ESTUDIO DE POBLACIÓN DE LAS ESPECIES DE
MAMÍFEROS DE INTERES DE MINERA PANAMÁ

Preparado para:

Minera Panamá

por:



MWH

BUILDING A BETTER WORLD

Septiembre 2013

Contenido

INTRODUCCIÓN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
METODOLOGÍA	4
ÁREA DE ESTUDIO	4
RESULTADOS	6
DISCUSIÓN	326
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	36
LITERATURA CITADA	338
ANEXOS	426

INTRODUCCIÓN

La empresa Minera Panamá S.A. en conjunto con MWH, en el marco del compromiso estratégico hacia el desarrollo sostenible y la política de normas de desempeño de la IFC, extiende este documento como prueba de gobernabilidad de sus acciones para con la conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de los recursos naturales vivos en su área de impacto. Dada la gran responsabilidad que representa la remoción de flora y fauna nativa para el emprendimiento de la explotación de metales de Cobre a nivel comercial, se han establecido lineamientos de explotación minera en el Distrito del Donoso, zona natural de Panamá. El equipo de MWH presenta en este documento, la información pertinente a la población de mamíferos, como parte del procedimiento investigativo para evaluar y conservar a las especies impactadas por el proyecto minero en el Donoso.

Importancia de nuevos estudios de mamíferos en Panamá

En el Neotrópico, es difícil obtener información sobre el estado de las poblaciones de los mamíferos y más aún de especies que presentan comportamientos nocturnos, crepusculares o crípticos. Conocer el estado de las densidades y abundancias de mamíferos en un área es importante para obtener datos de línea base, los cuales pueden servir como plataforma para la creación de planes de manejo y conservación (Eisenberg & Thorington 1973). Basado en esto, se pueden realizar monitoreos a largo plazo, para estudiar cómo se comportan las poblaciones en; tiempo y espacio, tipos de hábitats y cambios relacionados a la cacería y fenología del área (Wright et al 2000).

Los mamíferos en general están bajo el impacto de amenazas como la pérdida del hábitat, deforestación, fragmentación de las masas continuas de bosque y cacería ilegal (Ochoa & Gaona 2008, Polisar 2002). La fauna del bosque tropical está bajo mucha presión, sobre todo por el crecimiento de la población humana (Karanth & Sunquist 1992). Las causas mencionadas anteriormente, generan presión sobre los mamíferos (depredadores y presas). El desarrollo y el incremento de poblaciones humanas en los límites de áreas protegidas o zonas boscosas traen como consecuencia la depredación sobre especies que son las principales presas de los carnívoros, lo cual crea un efecto de competencia directa (Jorgenson & Redford 1993).

La conservación y manejo de las poblaciones de fauna son cruciales, aparte de los beneficios económicos y nutricionales que pueden brindar, los grandes herbívoros y carnívoros ejercen un efecto directo e indirecto sobre la estructura forestal (Karanth & Sunquist 1992).

En Panamá, se cuenta con información base de los mamíferos presentes en el país (Méndez 1993, Samudio 2002) y existe información sobre como algunas de estas especies han continuado cruzando por nuestro Istmo desde hace aproximadamente 3 millones de años (Coates 2001, Webb 2003). Hasta el momento se cuenta con información de que existen unas 255 especies de mamíferos para Panamá (Samudio 2002). Sin embargo, se sabe que hacen falta más trabajos de campo en zonas de importancia para el país y se cree que por esta razón aún no han sido reportadas otras especies que quizás hayan ampliado su ámbito de distribución (Araúz 2005, Moreno 2006, Goldstein et al 2008, Moreno et al 2011, Esser et al 2013).

El Área de Donoso como zona de estudio para mamíferos

El bosque del Distrito de Donoso, hasta hace poco fue una de las zonas menos estudiadas en el país. Donoso, una de las áreas de bosque maduro más importante para el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) por su extensión no fragmentada y por estar en contacto con bosques de importancia como el Parque Nacional Omar Torrijos en la provincia de Coclé y el Parque Nacional Santa Fé en la provincia de Veraguas, los que a su vez forman parte de lo que llaman el corredor del jaguar (Zeller & Rabinowitz 2011).

Donoso, alberga especies que se encuentran en peligro de extinción, vulnerable o son consideradas raras, como el jaguar (*Panthera onca*), tapir (*Tapirus bairdii*), perrito de monte (*Speothos venaticus*), oso caballo (*Myrmecophaga tridactyla*), águila harpía (*Harpia harpyja*), entre otras (Araúz B. com. per., Moreno R. & Méndez-Carvajal Obs. per., CITES 2007, Donoso 2010, Moreno et al 2011).

OBJETIVOS

Realizar un estudio de línea base de las poblaciones de mamíferos a lo ancho y largo del Corredor Biológico en el distrito de Donoso, desde el Campamento principal (MPSA) hasta la Costa en Punta Rincón del Proyecto Cobre Panamá que sirva para diseño y posterior monitoreo de fauna presente en la zona a impactar por Minera Panamá S.A.

METODOLOGÍA

Área de Estudio

El área de estudio se ubica en lado norte de la región central de la República de Panamá, con el rio Belén (límites entre las provincias de Veraguas y Colón) y provincia de Coclé, región Norte en las proximidades del Mar Caribe. Donoso forma parte de la eco-región de los bosques húmedos del lado Atlántico del Istmo y del corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño (CBMAP) provincia de Colón. Hacia el suroeste se encuentran los parques nacionales Omar Torrijos (El Copé) en la provincia de Coclé y Santa Fé en la provincia de Veraguas (IGNTG 2007).

La zona se caracteriza por una conformación geológica de rocas del periodo secundario, con elevaciones que llegan hasta los 484 msnm. El clima es de tipo tropical muy húmedo con abundantes precipitaciones durante todo el año. La precipitación oscila entre 5,000 a 5,500 mm/año. La temperatura se encuentra en el rango de 24 a 27^0 C y la vegetación predominante es el bosque siempre verde perennifolio umbrófilo tropical latífoliado de tierras bajas (ANAM 2000).

Este tipo de bosque se caracteriza por presentar numerosas especies de plantas de crecimiento rápido, muchas de las cuales superan los 50 metros de altura. Es un bosque catalogado como a menudo verde con follaje casi todo el año y altura irregular por la presencia de árboles emergentes (UNESCO 1973, IGNTG 2007). De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1947) este bosque corresponde a la zona de vida de bosque muy húmedo tropical que se caracteriza por la presencia de árboles de gran tamaño como el espavé (*Anacardium excelsum*), el guácimo (*Luehea seemanni*), guabas (*Inga sp.*), fruta de mono (*Pachira aquatica*), almendro (*Diphysa oleifera*) y las platanillas (*Heliconias sp.*), entre otros.

Método

Para la estimación de la abundancia de los mamíferos, se utilizaron 108 cámaras trampas, modelo Cuddeback Capture, ubicadas en el sotobosque a la altura de 20-50 cm del suelo, con una capacidad de detección de movimiento y calor de 3-6 m. Las cámaras fueron distribuidas a lo largo de la línea de la carretera que va desde el campamento MPSA y la Costa en Punta Rincón (atraviesa el Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño), cubriendo una línea total de muestreo de ± 20 Km aproximadamente.

Dependiendo del lugar elegido para las estaciones de cámaras trampa, se procedió a colocar una o dos cámaras por sitio, algunas estaciones (dos cámaras) de cámaras ubicadas una frente de la otra y otras estaciones con una separación de 6 m aproximadamente. Las cámaras fueron fijadas en los árboles con tensores y programadas para que funcionaran las 24 horas del día, con intervalos de 30 segundos entre activación del sensor.

Las estaciones fueron geo-referenciadas mediante el uso del sistema de posicionamiento global (GPS) y revisadas en un periodo máximo de 45 días para cambiar las baterías, memorias y absorbentes de humedad. Las estaciones de cámaras trampa estuvieron dispuestas a una altitud promedio de 95 msnm, (38-150 msnm). El distanciamiento entre puntos con cámaras estuvo entre 300 metros mínimos y hasta 1000 metros máximo. Los mayores distanciamientos se dieron por la lejanía entre espacios de aterrizaje de los helicópteros utilizados para accesar los sitios dentro de la zona de estudio.

Además, desde la séptima ronda se han tenido que hacer cambios de posición de algunas cámaras trampas, gracias al avance de la construcción de la carretera. Lo que se ha realizado es que antes que comience la tala en un lugar donde hay cámaras, estas son retiradas y luego que la construcción está avanzada, se localiza el lugar nuevamente, pero como el sitio original es la carretera las cámaras se ubican de forma paralela a la coordenada original y entre 50 y 100 metros de distancias estas son ubicadas a un costado de la carretera. Técnicamente debemos tener información de los animales presentes en la zona.

Estimación de la abundancia de especies de mamíferos

Para las diferentes fases del proyecto, se colectaron los datos obtenidos durante 45 días de muestreo en la estación seca de Abril a Mayo de 2012 (primera ronda), 37 días de muestreo para estación lluviosa de Junio a Julio 2012 (segunda ronda), 45 días adicionales de estación lluviosa en Julio a Agosto de 2012 (tercera ronda), 66 de Agosto a Septiembre de 2012 (cuarta ronda), 62 de Septiembre a Diciembre (quinta ronda), 80 días entre Diciembre a Marzo de 2013 (sexta ronda), 45 de Abril a Mayo de 2013 (séptima rondo), 50 días de Mayo a Julio (octava ronda) y 54 días de Julio a Septiembre de 2013 (novena ronda) . Los datos por especie fueron utilizados para estimar el índice de abundancia (IA) basado en frecuencia de observaciones con cámaras trampa, aplicando la fórmula:

IA = # total de foto capturas por especies/# total de noches trampa por 100.

Una noche trampa es el periodo de 24 horas en el sitio donde las cámaras (estación) han funcionado durante ese periodo (Kawanishi 1995, Moreno 2006). Con el objeto de no sobre estimar la abundancia de los animales, se realizó un filtro en el cual sólo se tomaba la aparición de un individuo por especie por estación

por día; es decir, cuando un animal (no identificable por manchas o marcas en el cuerpo) aparecía varias veces durante el mismo día, se asumió que era el mismo individuo (Bustamante 2008). Para realizar comparaciones entre rondas se utilizó el test de Wilcoxon.

Actividad circadiana

Para determinar la actividad circadiana de los mamíferos, se utilizó las horas diarias de cada fotografía de acuerdo a Moreno & Bustamante (2009). El número de fotografías por especie de interés fue sumado por hora a lo largo de las 24 horas y posterior a esto se realizó un gráfico para observar cómo se distribuye la actividad de cada especie de interés a lo largo de las horas, obteniéndose un gráfico visual del comportamiento de actividad. Se definieron como horas diurnas las comprendidas entre las 06:00 hasta las 18:00 y nocturnas desde las 18:01 a las 05:59 horas (Moreno et al 2012, Moreno & Giacalone 2006). Para realizar comparaciones se realizó el test de Wilcoxon.

Riqueza de especies

Se produjo una curva de rarefacción para el área de Donoso por cada estación de cámaras trampa como una muestra y luego se recalibró el resultado por individuos, para ajustar la diferencia de la densidad de individuos entre las muestras (Gotelli & Colwell 2001, Colwell et al 2004). Este método permite cuantificar los niveles naturales de heterogeneidad de los datos en la muestra (Gotelli & Colwell 2001, Tobler et al 2008).

Biomasa

La diferencia entre la biomasa de los sitios fue probado utilizando el programa estadístico SPSS, versión 15. El promedio de la biomasa por especie fue determinado utilizando dos referencias bibliográficas (Smith et al 2003, Reid 2009). Se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis para comparar la mediana de la biomasa de todos los individuos en cada sitio. Luego, las diferencias significativas entre áreas se hicieron mediante una prueba conservadora de Scheffe Post-Hoc, para revisar si había diferencia entre sitios.

RESULTADOS

Se compiló un total de 22,606 noches trampa (primera ronda 2,250; segunda ronda 1,845; tercera ronda 2,390; cuarta ronda 3,378, quinta ronda 3,164, sexta ronda 4,096, séptima ronda 1,909, octava ronda 1,850 y novena ronda 1850) y se detectó un total de 37 especies en general, pero de estas solo 30 especies son mamíferos terrestres (Cuadro 1). Se aprecia que la especie más fotografiada por las cámaras trampas en las nueve rondas fue *Dasyprocta punctata* (ñeque). De las especies de interés para la zona sobresalen la *Panthera onca* (jaguar), el *Puma concolor* (puma), el *Leopardus pardalis* (ocelote), el *Herpailurus yaguarondi* (tigrillo congo), el *Leopardus weidii* (tigrillo), el *Leopardus tigrinus* (oncilla), el *Tapirus bairdii* (tapir), el *Pecari tajacu* (saíno), el *Myrmecohaga tridactyla* (oso caballo), el *Spheotos venaticus* (perrito de monte) y el *Tayassu pecari* (puerco de monte) (el puerco de monte una especie de gran importancia que apareció en la cuarta ronda de muestreo únicamente). Además, en el cuadro 1a, 1b, 1c y 1d, aparece el total acumulativo del índice de abundancia de las especies a lo largo de las seis primeras rondas de muestreo y detalles adicionales, y también una comparación de la primera ronda de muestreo y la ronda siete (pero solo

realizando una comparación de las cámaras trampas establecidas en la ronda siete) y además también comparaciones con la octava ronda y la novena.

Cuadro 1a. Índice de abundancia por especie en las seis primeras rondas de muestreo. Color gris, azul, naranja, verde, rojo y morado representan respectivamente los datos de la 1, 2, 3, 4, 5 y 6 ronda del muestreo.

	Especie	Nombre común	Índice de abundancia	IA Total 6 rondas
DIDELPHIMORPHIA				
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Zariguella común	2.36 1.68 0.92 0.83 0.85 0.32	1.01
	Philander opossum	Zorro de cuatro ojos	0.04	0.01
	Metachirus nudicaudatus	Zorro chocolate de cuatro ojos	0.06 0.09 0.10	0.05
PILOSA				
Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	0.05 0.05 0.13 0.10	0.06
	Myrmecophaga tridactyla	Oso caballo	0.05 0.05 0.27 0.03 0.17	0.11
CINGULATA				
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	0.68 0.76 0.71 0.47 0.25 0.22	0.46
	Cabassous centralis	Armadillo rabo de puerco	0.02	0.01
RODENTIA				
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Ñeque	18.59 14.4 17.74 16.49 10.81 16.26	15.65
Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Conejo pintado	0.91 1.25 0.71 0.80 0.75 1.51	1.02
Echimyidae	*Hoplomys gymnurus*	Rata espinosa	0.82 0.38 0.13 0.24 0.13 0.15	0.27
Sciuridae	*Sciurus granatensis*	Ardilla roja	0,18 0,05 0.17 0.12 0.03 0.15	0.12
LAGOMORPHA				
Leporidae	*Sylvilagus gabbii*	Conejo	0.13 0.09 0.03 0.02	0.05
CARNIVORA				
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache común	0.05 0.06 0.02	0.02
	Procyon cancrivorus	Mapache manglatero	0.59 0.11 0.25 0.68 0.06 0.46	0.38
	Nasua narica	Gato solo	0.03	0.01
Mustelidae	*Eira barbara*	Gato cutarro	0.73 0.54 0.71 0.71 0.47 0.63	0.64
	Conepatus semistriatus	Gato cañero	0.05 0.05 0.17 0.06 0.05	0.06
	Galictis vittata	Hurón	0.03 0.02	0.01
Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	0.17 0.21 0.15	0.1
	Puma concolor	Puma	1.54 1.63 2.72 1.45 1.42 2.34	1.88
	Leopardus pardalis	Ocelote	1.7 1.41 2.09 1.69 1.48 1.27	1.59
	Leopardus wiedii	Tigrillo	0.63 0.65 0.54 0.41 0.37 0.61	0.53
	Herpailurus yaguarondi	Tigrillo congó	0.27 0.22 0.21 0.30 0.09 0.29	0.24
	Leopardus tigrinus	Oncilla	0.08 0.12 0.31	0.04
Canidae	*Speothus venaticus*	Perrito de monte	0.05 0.06 0.09	0.04
PERISSODACTYLA				
Tapiridae	*Tapirus bairdii*	Tapir	0.68 0.16 0.29 0.39 0.19 0.20	0.31
ARTIODACTYLA				
Cervidae	*Mazama americana*	Venado corzo	0.27 0.05 0.13 0.36 0.13 0.07	0.17
	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	0.05 0.03	0.01
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Saíno	1.41 0.92 2.64 3.85 3.07 3.56	2.85
	Tayassu pecari	Puerco de monte	0.09	0.02
PRIMATES				
Hominidae	*Homo sapiens*	Humanos-cazadores*		
Cebidae	*Cebus capuchinus*	Mono cara blanca*		
AVES	*Penelope purpurascens*	Pava*		
	Crax rubra	Pavón*		
	Tinamus major	Gallina de monte*		
	Cathartes aura	Gallinazo cabeza roja*		
	Leptotila cassini	Paloma*		
Todas las especies			24 25 25 31 24 30	37
Mamíferos terrestres			19 20 21 27 20 24	30
Numero de fotos de mamíferos terrestres			696 448 733 1010 646 1176	4708

Esfuerzo de muestreo	2250	1845	2390	3378	3164	4096	16997
Promedio de numero de fotos/noche trampa	0.31	0.24	0.31	0.30	0.20	0.29	0.28

* Especies no incluidas en el análisis

Cuadro 1b. Comparación del índice de abundancia por especie en la ronda 7 (R7) y ronda 1 (R1).

	Especie	Nombre común	Índice de abundancia	
DIDELPHIMORPHIA			R7	R1
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Zariguella común	0.94	2.76
PILOSA				
Myrmecophagidae	*Myrmecophaga tridactyla*	Oso caballo	0.31	0.05
	Tamandua mexicana	Oso hormiguero		0.05
CINGULATA				
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	0.16	0.76
RODENTIA				
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Ñeque	10.06	18.43
Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Conejo pintado	0.26	0.60
Echimyidae	*Hoplomys gymnurus*	Rata espinosa	0.10	0.87
Sciuridae	*Sciurus granatensis*	Ardilla roja		0.16
LAGOMORPHA				
Leporidae	*Sylvilagus gabbii*	Conejo	0.05	
CARNIVORA				
Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	Mapache manglatero	0.21	0.60
Mustelidae	*Eira barbara*	Gato cutarro	0.68	0.60
	Conepatus semistriatus	Gato canero		0.05
Felidae	*Puma concolor*	Puma	2.77	1.73
	Leopardus pardalis	Ocelote	1.20	1.84
	Leopardus wiedii	Tigrillo	0.63	0.70
	Herpailurus yaguaroundi	Tigrillo congó	0.05	0.35
			0.37	
PERISSODACTYLA				
Tapiridae	*Tapirus bairdii*	Tapir	0.16	0.70
ARTIODACTYLA				
Cervidae	*Mazama americana*	Venado corzo	0.37	0.16
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Saíno	2.57	1.51
	Tayassu pecari	Puerco de monte		
PRIMATES				
Hominidae	*Homo sapiens*	Humanos-cazadores*		
AVES	*Penelope purpurascens*	Pava*		
	Crax rubra	Pavón*		
	Tinamus major	Gallina de monte*		
Todas las especies			19	21
Mamíferos terrestres			17	18
Numero de fotos de mamíferos terrestres			392	589
Esfuerzo total			1909	1845
Promedio de numero de fotos/noche trampa			0.21	0.32

Cuadro 1c. Comparación del índice de abundancia por especie en la ronda 8 (R8) y entre rondas 1 (R1), 2 entre R7+R8.

	Especie	Nombre común	Índice de abundancia		
DIDELPHIMORPHIA			R8	R1+R2	R7+R8
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Zariguella común	0.92	2.11	0.91
PILOSA					
Myrmecophagidae	*Myrmecophaga tridactyla*	Oso caballo		0.05	0.16
	Tamandua mexicana	Oso hormiguero	0.05	0.05	0.03
CINGULATA					
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	0.49	0.74	0.31
RODENTIA					
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Ñeque	10.49	17.06	9.99
Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Conejo pintado	0.54	1.09	0.39
Echimyidae	*Hoplomys gymnurus*	Rata espinosa	0.11	0.64	0.10
Sciuridae	*Sciurus granatensis*	Ardilla roja	0.16	0.13	0.08
LAGOMORPHA					
Leporidae	*Sylvilagus gabbii*	Conejo			0.03
CARNIVORA					
Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	Mapache manglatero		0.38	0.10
	Procyon lotor	Mapache común		0.03	
Mustelidae	*Eira barbara*	Gato cutarro	0.81	0.66	0.73
	Conepatus semistriatus	Gato canero		0.05	
Felidae	*Puma concolor*	Puma	2.49	1.63	2.56
	Leopardus pardalis	Ocelote	1.84	1.62	1.48
	Leopardus wiedii	Tigrillo	0.38	0.66	0.49
	Herpailurus yaguarondi	Tigrillo congó	0.10	0.25	0.07
Canidae	*Speothos venaticus*	Perrito de monte	0.37	0.03	
PERISSODACTYLA					
Tapiridae	*Tapirus bairdii*	Tapir	0.32	0.46	0.23
ARTIODACTYLA					
Cervidae	*Mazama americana*	Venado corzo	0.32	0.18	0.34
	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca		0.03	
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Saíno	2.97	1.22	2.69
PRIMATES					
Hominidae	*Homo sapiens*	Humanos-cazadores*			
AVES	*Penelope purpurascens*	Pava*			
	Crax rubra	Pavón*			
	Tinamus major	Gallina de monte*			
Todas las especies			18	24	21
Mamíferos terrestres			15	21	18
Numero de fotos de mamíferos terrestres			407	1143	799
Número de estaciones			41	49	46
Esfuerzo total			1850	3933	3862
Promedio de numero de fotos/noche trampa			0.22	0.29	0.21

Cuadro 1d. Comparación del índice de abundancia por especie en la ronda 9 (R9) y entre rondas 1, 2, 3 vs 7, 8, 9, para ver los cambios entre las primeras rondas (sin perturbación) y las otras con perturbación.

	Especie	Nombre común	Índice de abundancia		
DIDELPHIMORPHIA			R9	R1+R2+R3	R7+R8+R9
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Zariguella común	0.59	1.99	0.89
	Philander opossum	Zorro de cuatro ojos	-	0.02	-
PILOSA					
Myrmecophagidae	*Myrmecophaga tridactyla*	Oso caballo	0.06	0.04	0.02
	Tamandua mexicana	Oso hormiguero	-	0.10	0.02
CINGULATA					
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	0.47	0.81	0.39
RODENTIA					
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Ñeque	10.36	18.31	9.97
Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Conejo pintado	0.36	0.71	0.39
Echimyidae	*Hoplomys gymnurus*	Rata espinosa	-	0.53	0.08
Sciuridae	*Sciurus granatensis*	Ardilla roja	0.12	0.14	0.10
LAGOMORPHA					
Leporidae	*Sylvilagus gabbii*	Conejo	-	0.06	0.02
CARNIVORA					
Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	Mapache manglatero	0.18	0.32	0.14
	Nasua narica	Gato solo	0.12	-	0.04
Mustelidae	*Eira barbara*	Gato cutarro	0.47	0.73	0.74
	Conepatus semistriatus	Gato canero	-	0.12	-
Felidae	*Puma concolor*	Puma	1.6	2.31	2.46
	Panthera onca	Jaguar	0.06	0.08	0.02
	Leopardus pardalis	Ocelote	1.36	1.68	1.49
	Leopardus wiedii	Tigrillo	0.18	0.69	0.43
	Herpailurus yaguarondi	Tigrillo congó	0.12	0.30	0.10
	Leopardus tigrinus	Oncilla	-	0.04	-
Canidae	*Speothos venaticus*	Perrito de monte	-	0.02	-
PERISSODACTYLA					
Tapiridae	*Tapirus bairdii*	Tapir	0.18	0.47	0.25
ARTIODACTYLA					
Cervidae	*Mazama americana*	Venado corzo	0.12	0.20	0.31
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Saíno	4.02	2.1	2.75
PRIMATES					
Hominidae	*Homo sapiens*	Humanos-cazadores*			
AVES	*Penelope purpurascens*	Pava*			
	Crax rubra	Pavón*			
	Tinamus major	Gallina de monte*			
Todas las especies			17	27	24
Mamíferos terrestres			15	23	20
Numero de fotos de mamíferos terrestres			407	1568	998
Esfuerzo total			1850	4930	4833
Promedio de numero de fotos/noche trampa			0.22	0.31	0.21

En base a los resultados por estación de trampas cámaras a lo largo de la línea de la carretera, se observa que el número total de fotos obtenidas cambio: no hubo una distribución uniforme, ya que se logró ver varios

picos de actividad en las cámaras (Figura 2 A y B). El número de capturas entre las rondas 1, 2, 3 vs 7, 8, 9 son estadísticamente diferentes (**Fig A**: Wilcoxon, N=40, p-value =0.002). Además, según el número de especies son significativamente diferentes estadísticamente también (**Fig B**: Wilcoxon, N=40, p-value =0.014)

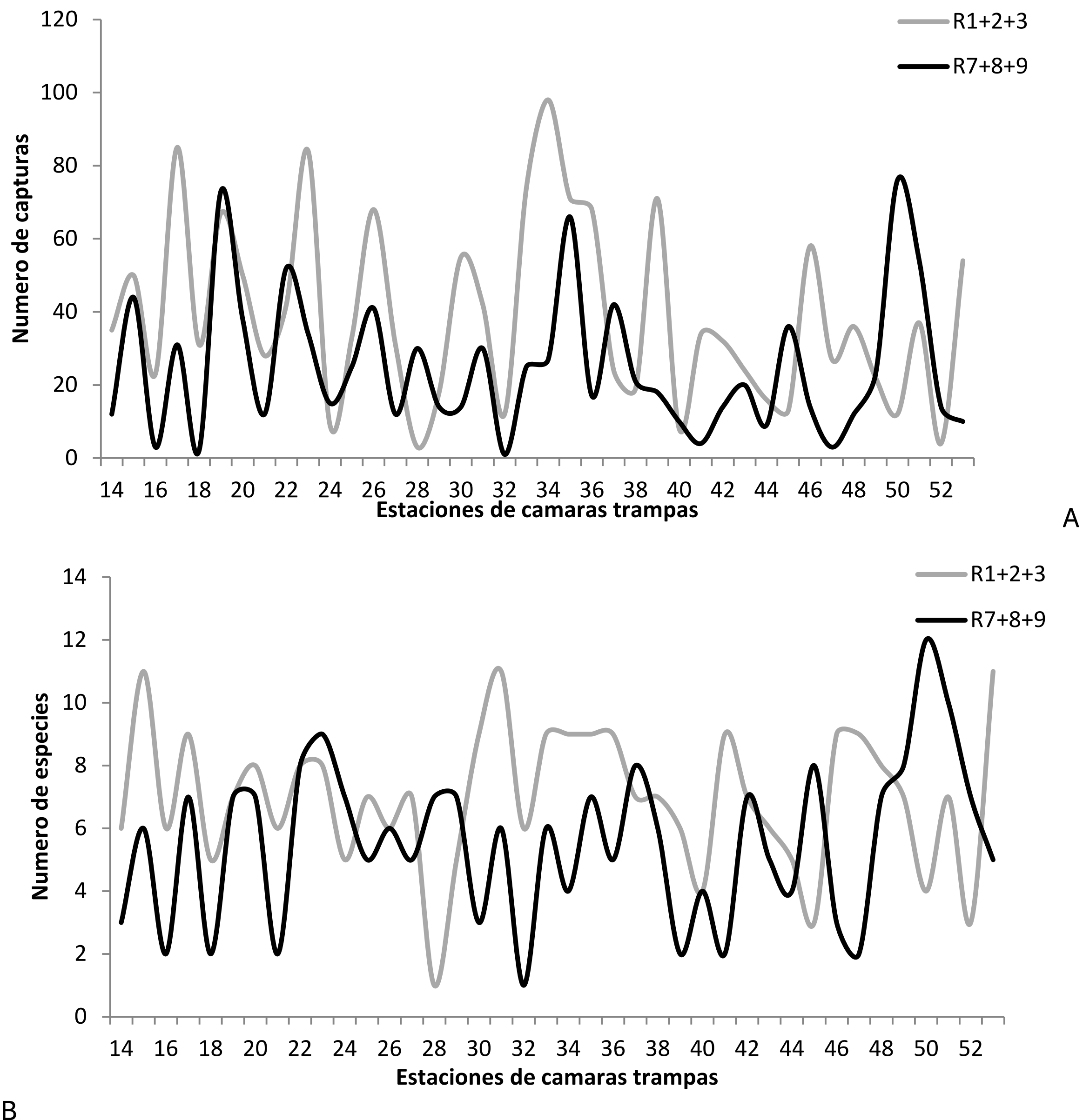
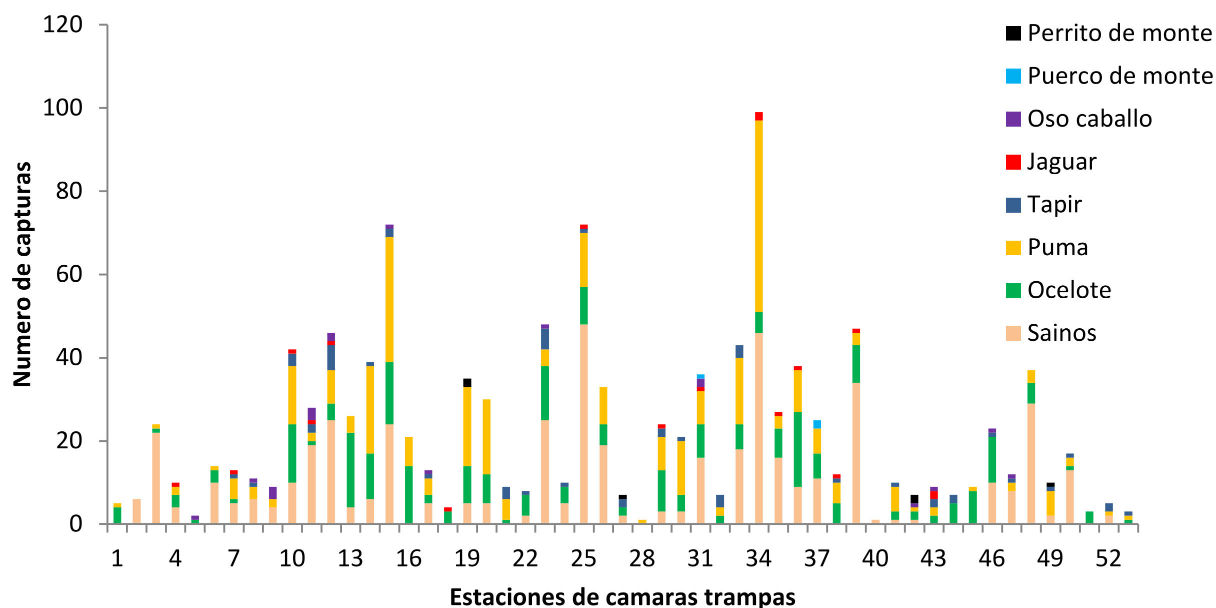
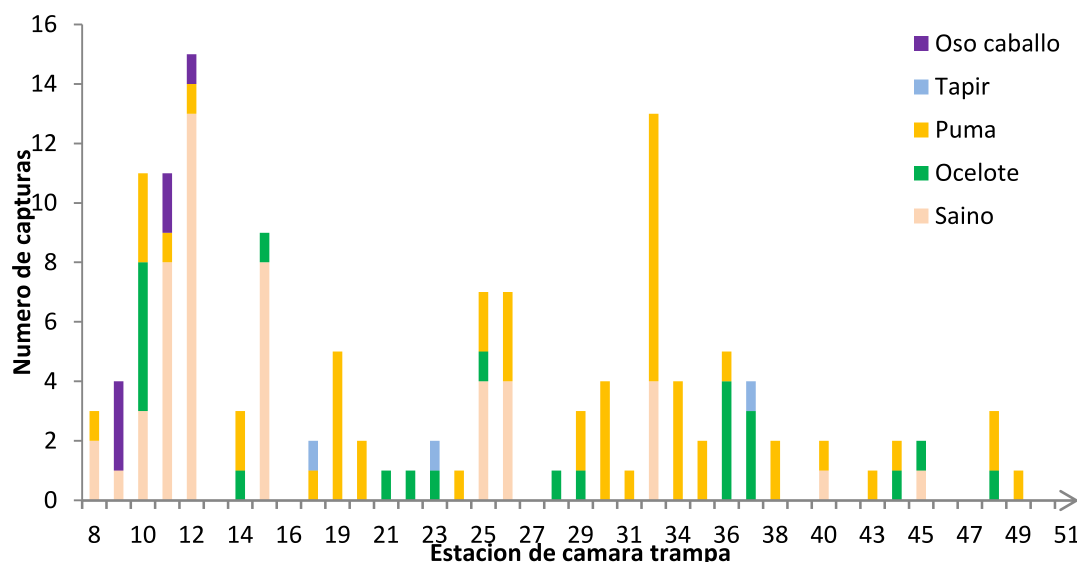


Figura 2A y B. Número total de capturas por estación de cámaras trampa a lo largo de la línea de la carretera, entre el campamento y la costa en las nueve rondas de muestreo (A) y número total de especies capturadas por estación de cámaras trampa a lo largo de la línea de la carretera, entre el campamento y la costa en las nueve rondas de muestreo (B).

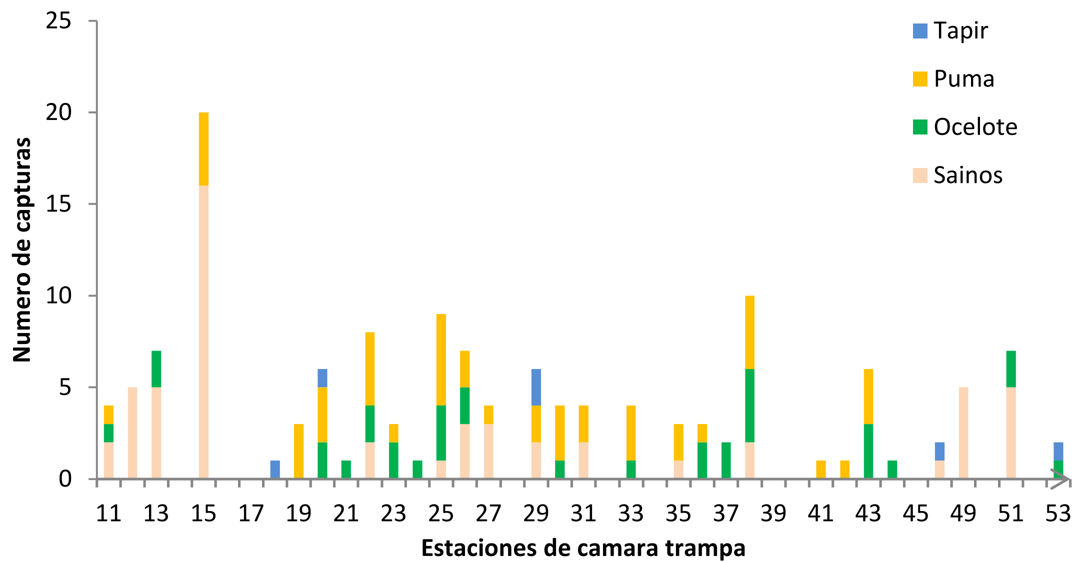
En la Figura 3A, se observa que especie fue captada con un número mayor de frecuencia por estación de cámaras trampa. Por ejemplo, se aprecia que en la estación 19, 27, 42 y 49 hay aparición de perritos de monte. Además se observa la aparición de los puercos de monte en las estaciones 31 y 37. En la figura 3B se aprecian solo los datos de la ronda siete en donde vemos que saínos, pumas y ocelotes siguen hasta el momento utilizando casi que todo el tramo de la carretera, pero observar que solo desde la estación #8. Esto se debe a los trabajos en la construcción de la carretera hacia Punta Rincón. Por ejemplo en la 3C se logra apreciar que aunque haya avances en la carretera han aparecido algunas especies importantes consideradas EDI.



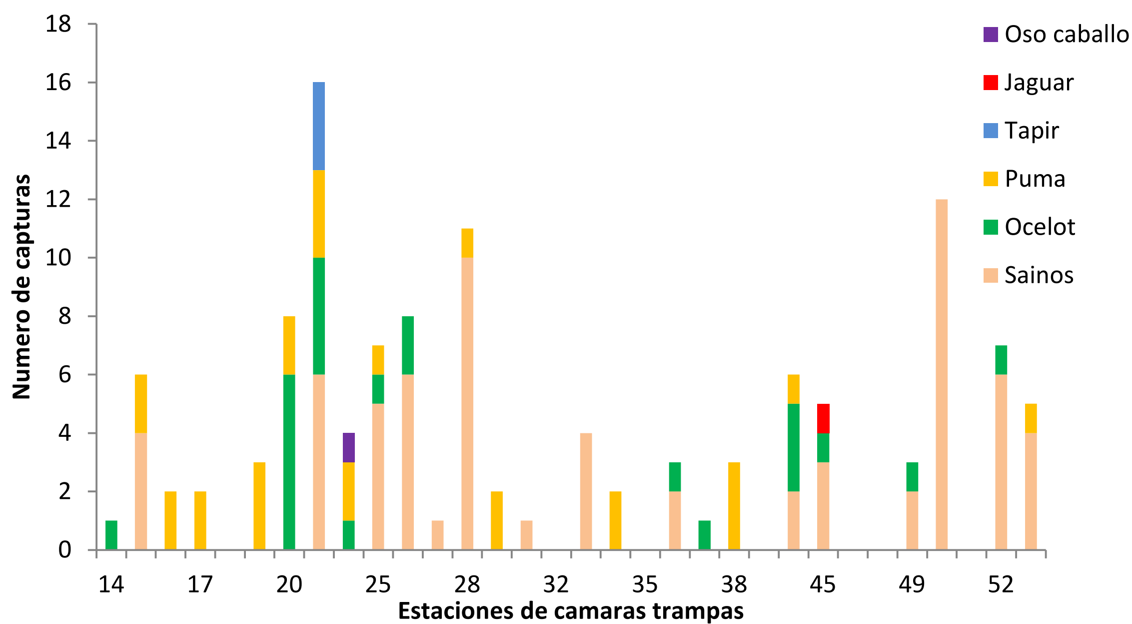
A



B



C



D

Figura 3A, 3B, 3C y 3D. Numero de especies de interes (EDI) capturadas por las camaras trampa a lo largo de la linea de la carretera, entre el campamanto y la costa en las seis rondas de muestreo (3A). En la Figura 3B se muestran solo los datos de la ronda siete, desde la estacion ♯8, en la Figura 3C la octava ronda y la figura 3D los resultados de la novena ronda de muestreo (desde a estacion 14).

Indice de abundancia de las especies de interes

Se aprecia claramente en las figuras 4, que a lo largo de lo que va del año, las especies de interes no carnivoros se van moviendo y aparecen con mayor frecuencia en lugares donde algunas veces aparecian con menor frecuencia. Esto nos indica que son especies que se mueven dependiendo de las variables que existen en el ambiente y de sus requerimientos ecologicos para que las especies puedan cumplir con sus necesidades vitales para sobrevivir en el bosque. El test de Wilcoxon nos indica que no hay diferencias significativas en el indice de abundacia entre estas tres especies.

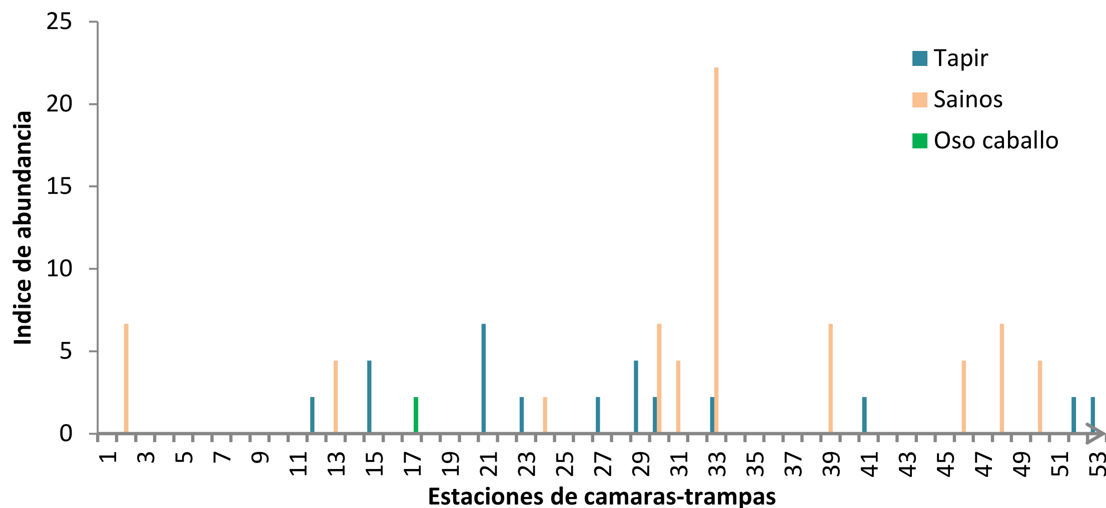


Figura 4a. Indice de abundancia del tapir, saínos y oso caballo o hormiguero gigante por estación de cámaras trampa, a lo largo de la línea de la carretera en 45 días, en la primera ronda.

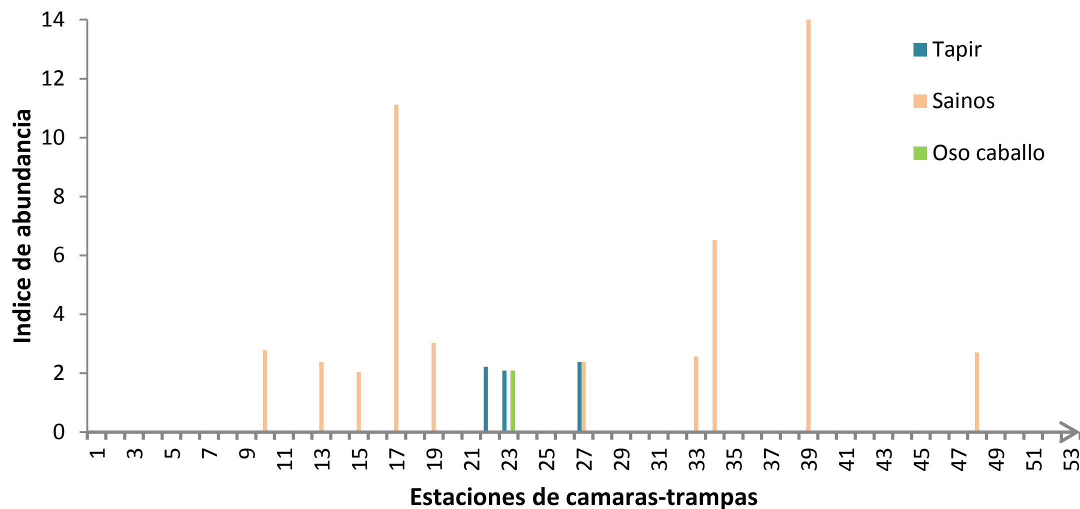


Figura 4b. Indice de abundancia del tapir, saínos y oso caballo o hormiguero gigante por estación de cámaras trampa, a lo largo de la línea de la carretera en la segunda ronda de muestreo.

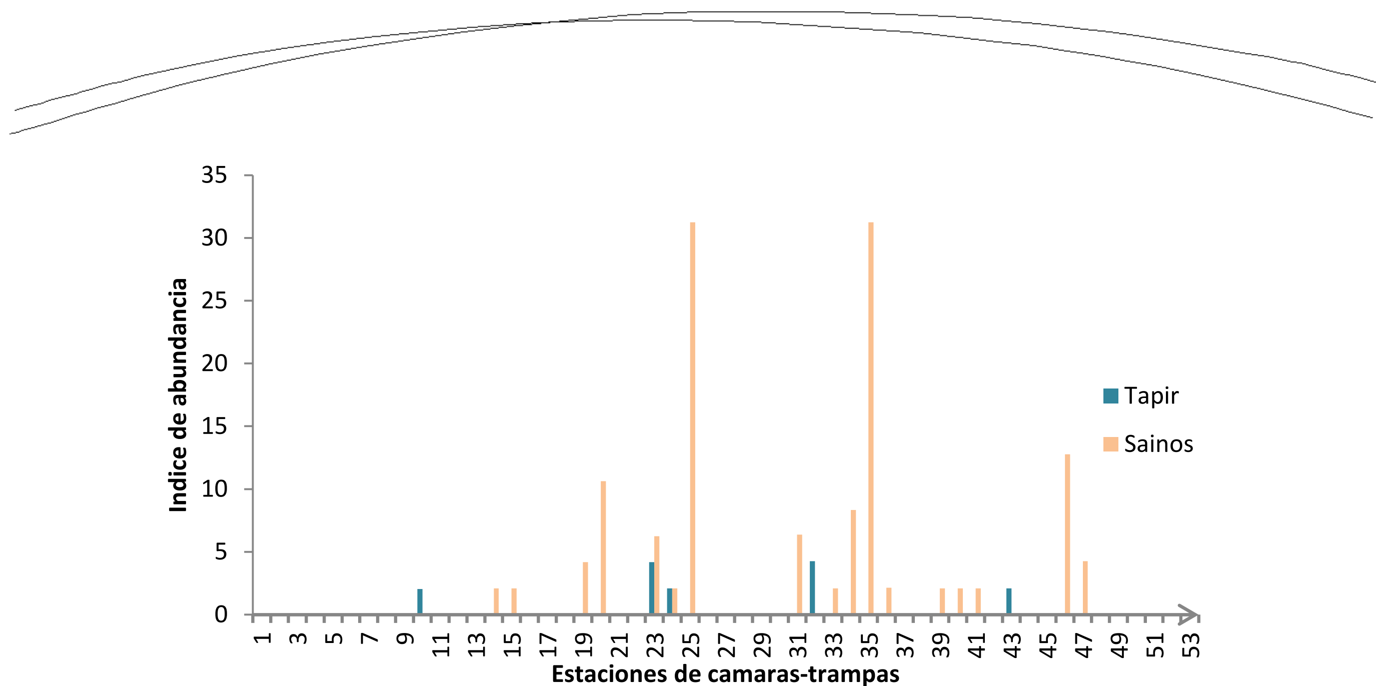


Figura 4c. Indice de abundancia del tapir y saínos por estación de cámaras trampa, a lo largo de la línea de la carretera en la tercera ronda de muestreo.

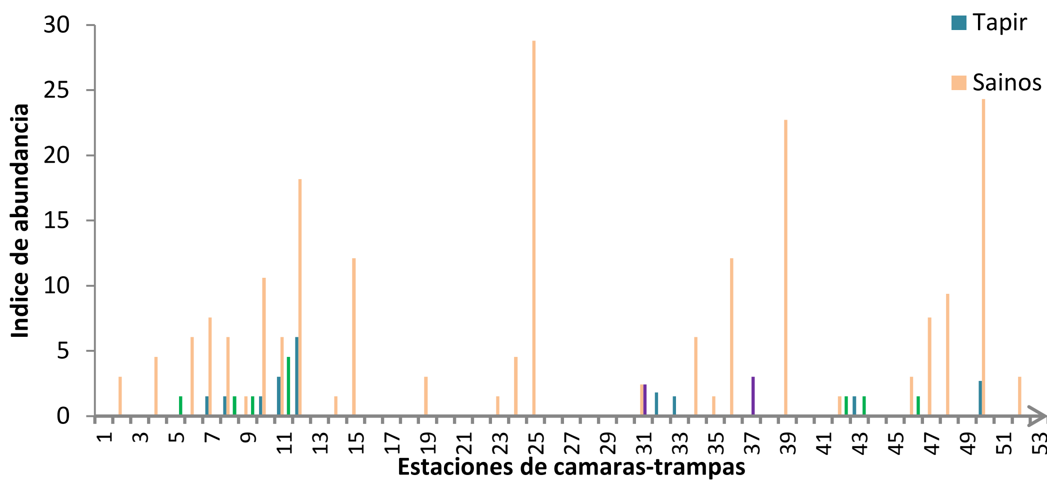


Figura 4d. Indice de abundancia del tapir, saínos, puerco de monte y el oso caballo por estación de cámaras trampa, a lo largo de la línea de la carretera en la cuarta ronda de muestreo.

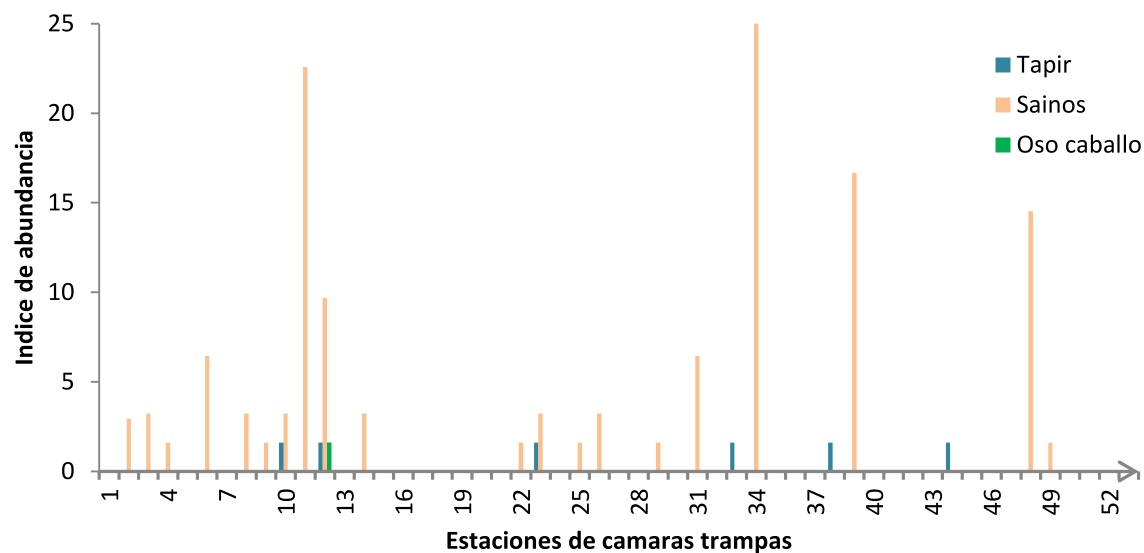


Figura 4e. Indice de abundancia del tapir, saino y oso caballo por estacion de camaras trampa, a lo largo de la linea de la carretera en la quinta ronda de muestreo.

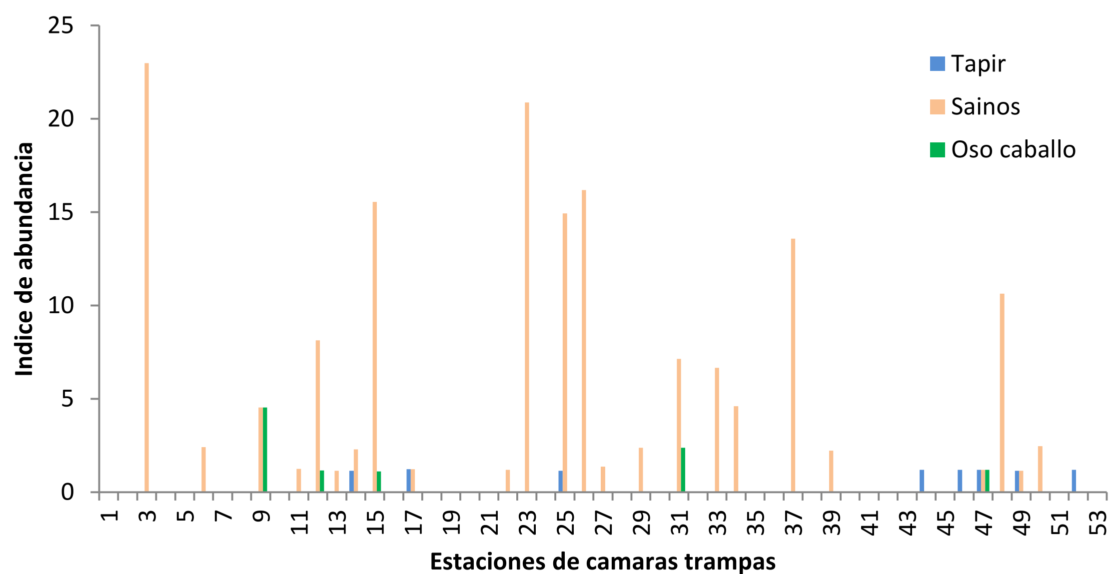


Figura 4f. Indice de abundancia del tapir, saino y oso caballo por estacion de camaras trampa, a lo largo de la linea de la carretera en la sexta ronda de muestreo.

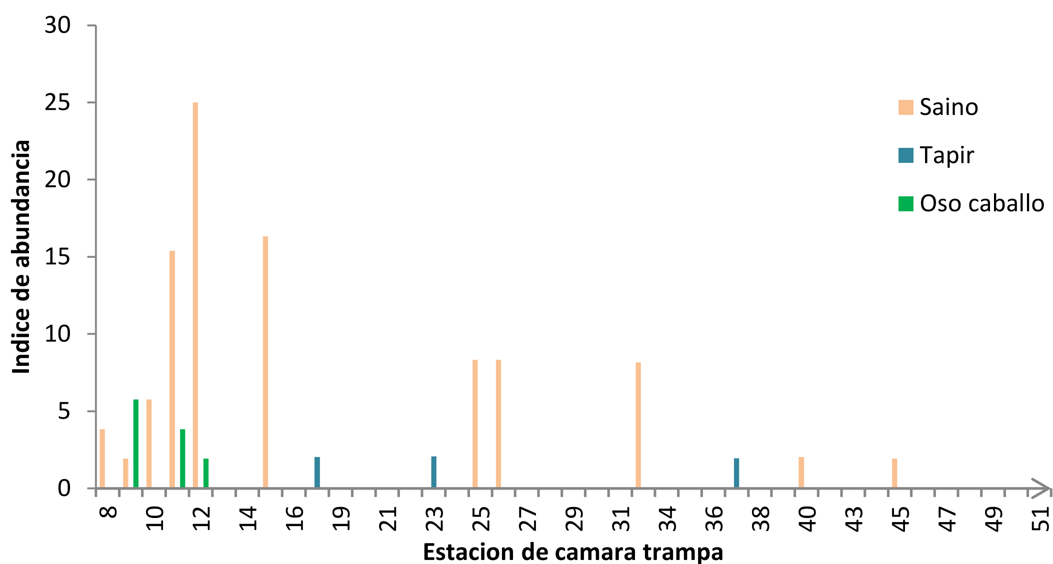


Figura 4G. Indice de abundancia del tapir, saino y oso caballo por estacion de camaras trampa, a lo largo de la linea de la carretera en la septima ronda de muestreo.

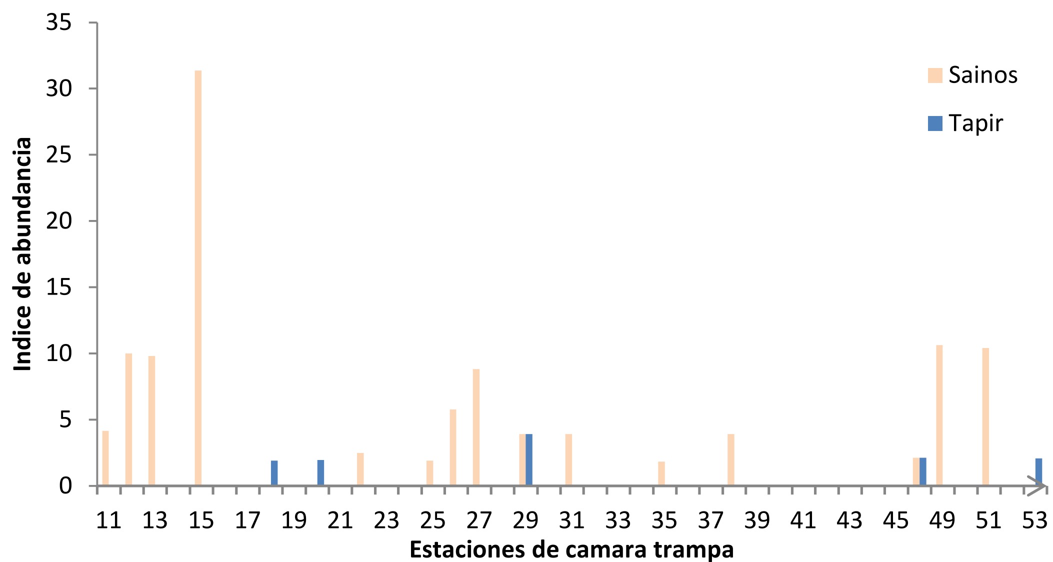


Figura 4H. Indice de abundancia del tapir y saino por estacion de camaras trampa, a lo largo de la linea de la carretera en la octava ronda de muestreo.

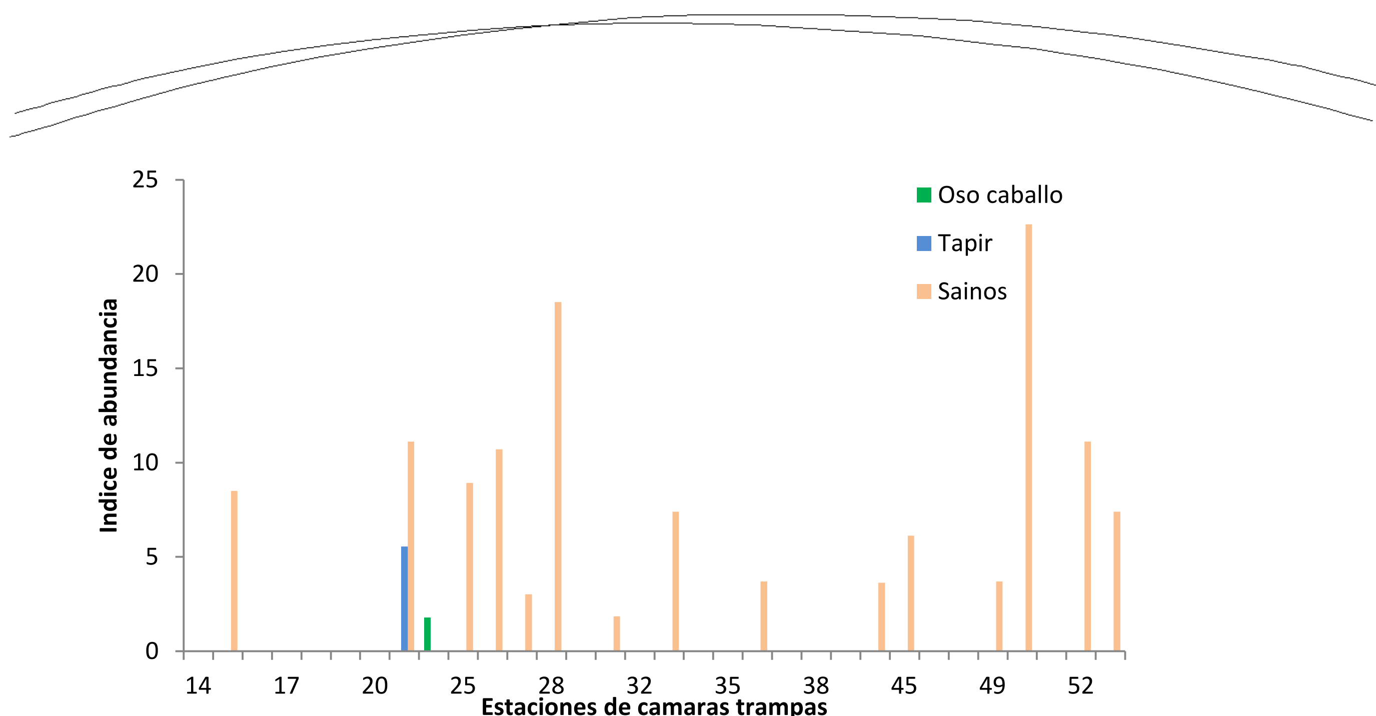


Figura 4F. Indice de abundancia del tapir, saino y osos caballo por estacion de camaras trampa, a lo largo de la linea de la carretera en la novena ronda de muestreo.

Se observa que en las figuras 5, las especie de felinos al igual que en las figuras 4 tambien presentan un comportamiento de movilidad muy variable. Se logra ver que aparecen en diferentes localidades a lo largo de la linea de la carretera. Se aprecia de igual forma como los indices de abundancia de las diversas especies son altos o bajos en las diferentes estaciones a lo largo del año. Esto debe de obedecer a sus movimientos espaciales y temporales dependendiendo del movimiento de las presas principales y en caso de los individuos machos a los movimientos de las hembras que patrullan la zona y ademas las presas. Ademas, se incluyen datos del perrito de monte (segunda y cuarta ronda), una especie muy criptica, que hasta la fecha la mayor cantidad de informacion que se tiene de estos canidos es anecdotica. Según el test de Wilcoxon no hay diferencias significativas en el IA entre pumas, jaguares y ocelotes.

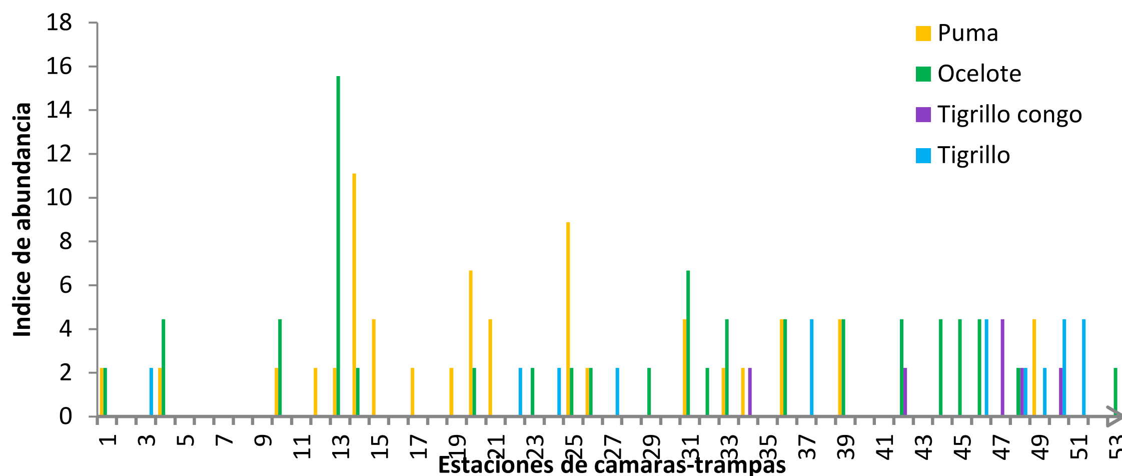


Figura 5a. Índice de abundancia de cuatro especies de felinos que aparecieron en las cámaras trampa a lo largo de la línea de la carretera en la primera ronda de muestreo.

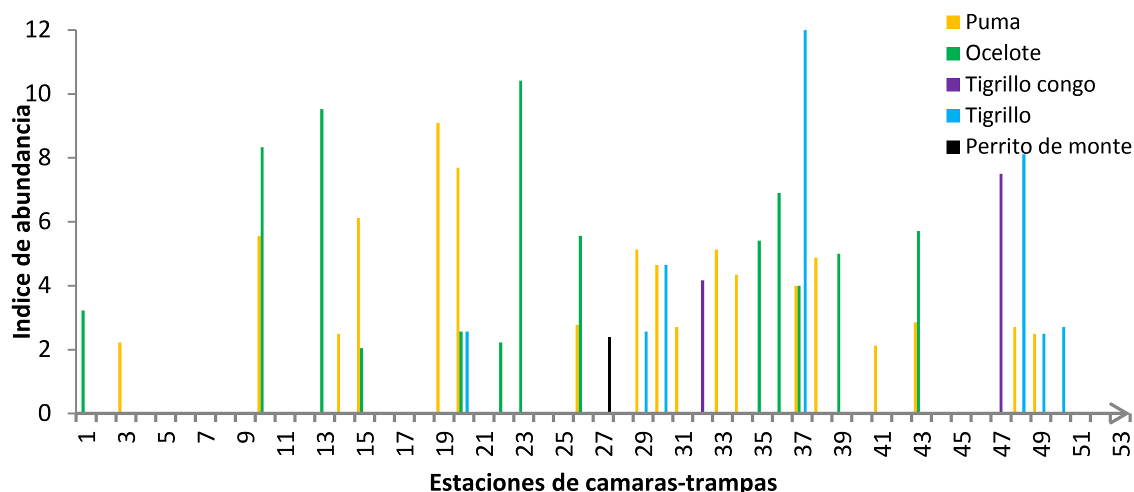


Figura 5b. Índice de abundancia de cuatro especies de felinos y una especie de cánido que aparecieron en las cámaras trampa a lo largo de la línea de la carretera en la segunda ronda de muestreo.

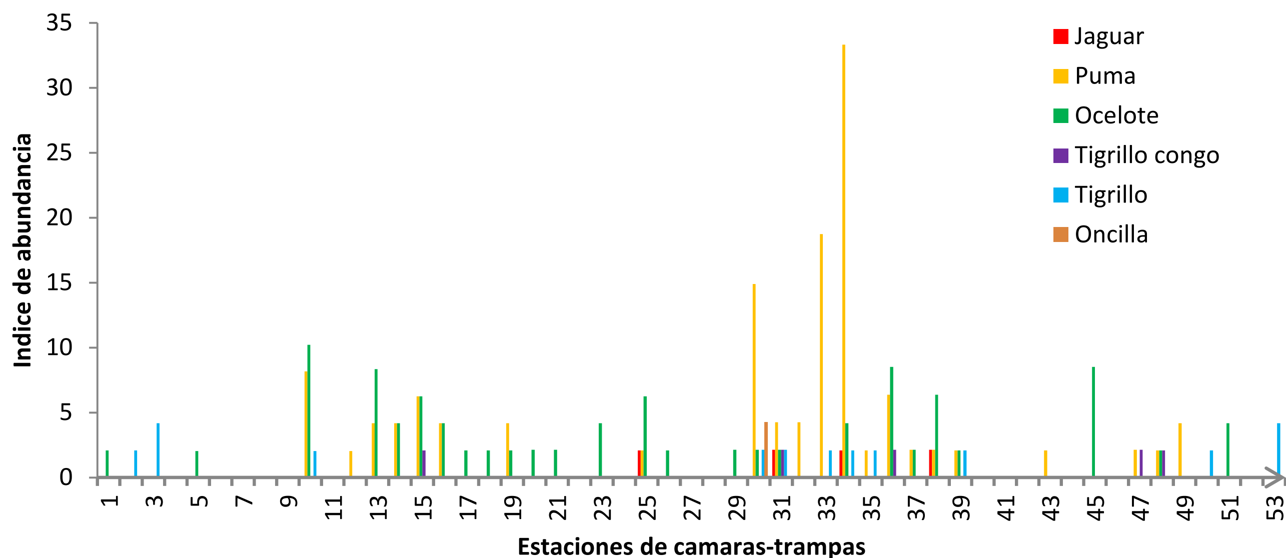


Figura 5c. Índice de abundancia de las seis especies de felinos de Panamá que aparecieron en la tercera ronda de muestreo a lo largo de la línea de la carretera en la tercera ronda de muestreo.

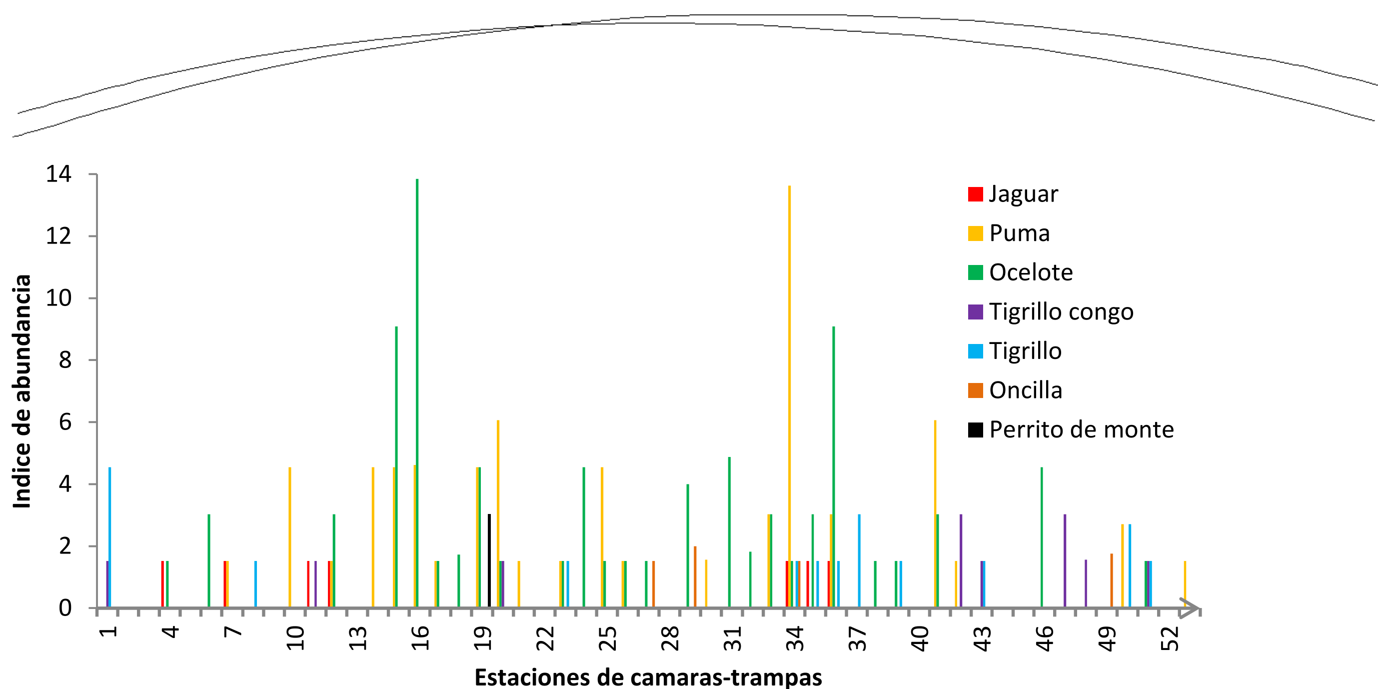


Figura 5d. Índice de abundancia de las seis especies felinos y el perrito de monte que aparecieron en la cuarta ronda de muestreo a lo largo de la línea de la carretera.

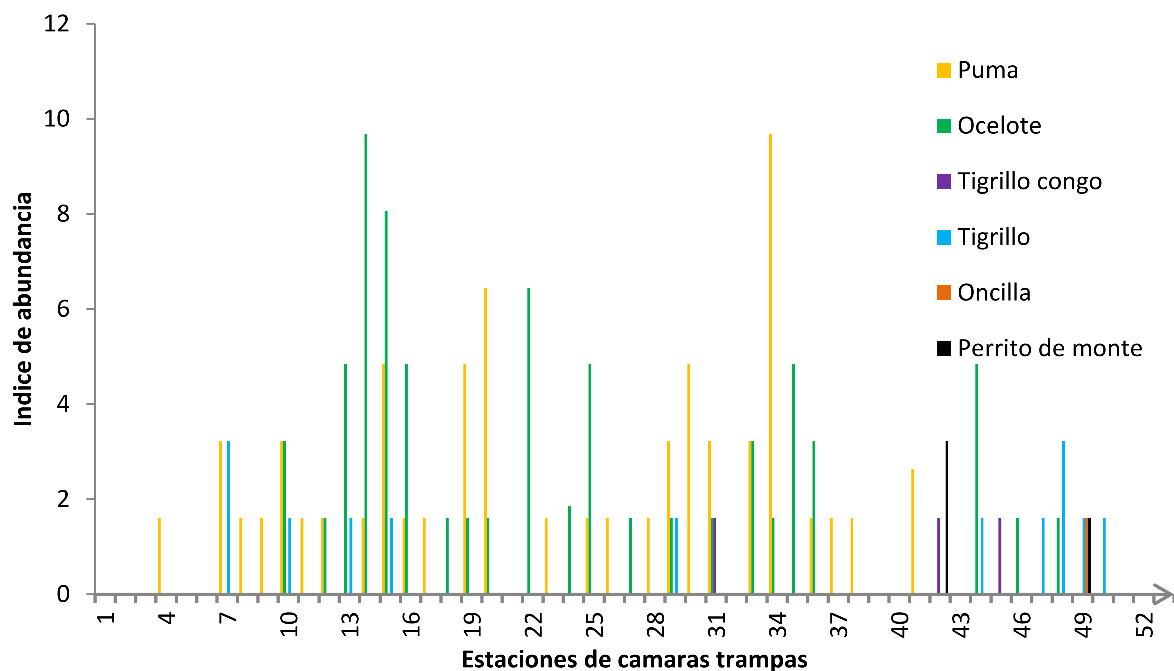


Figura 5e. Indice de abundancia de cinco especies de felinos y el perrito de monte en la quinta ronda de muestreo.

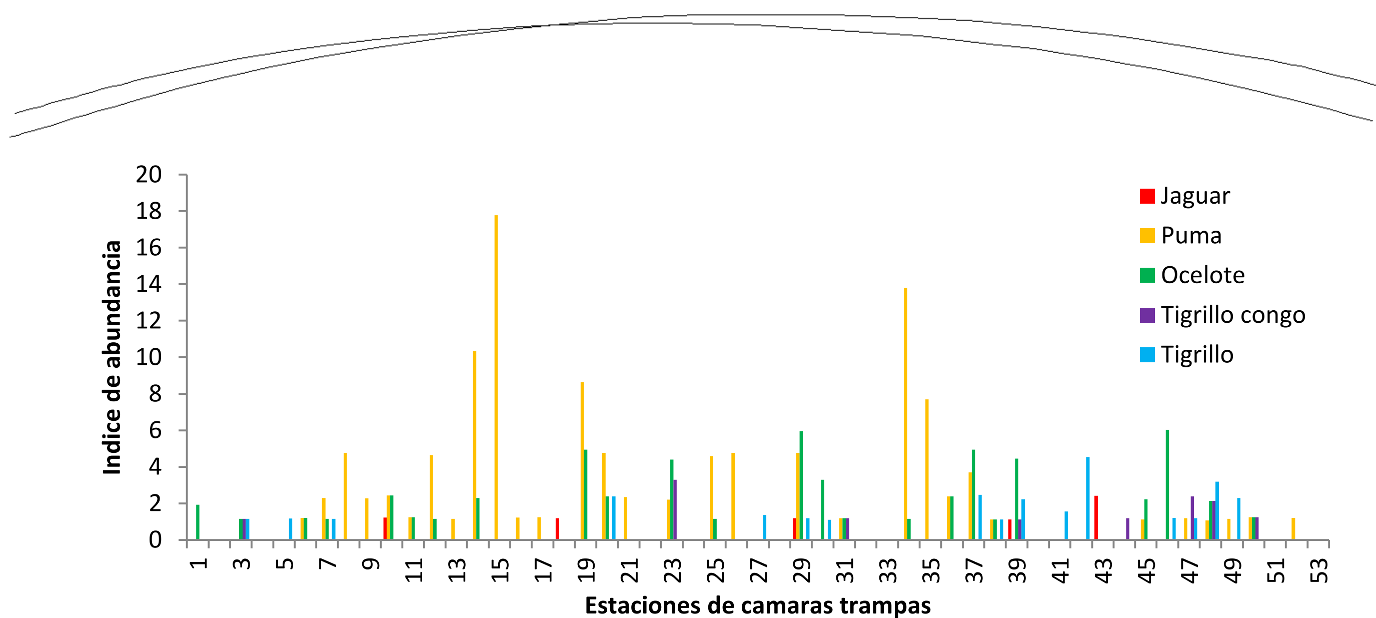


Figura 5f. Indice de abundancia de cinco especies de felinos en la sexta ronda de muestreo.

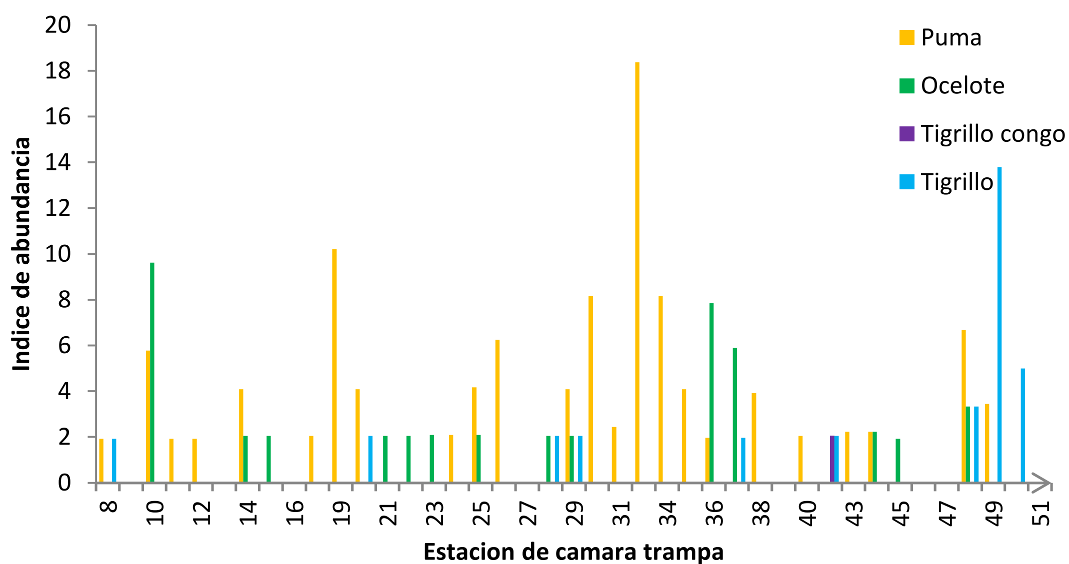


Figura 5G. Indice de abundancia de cuatro especies de felinos en la septima ronda de muestreo.

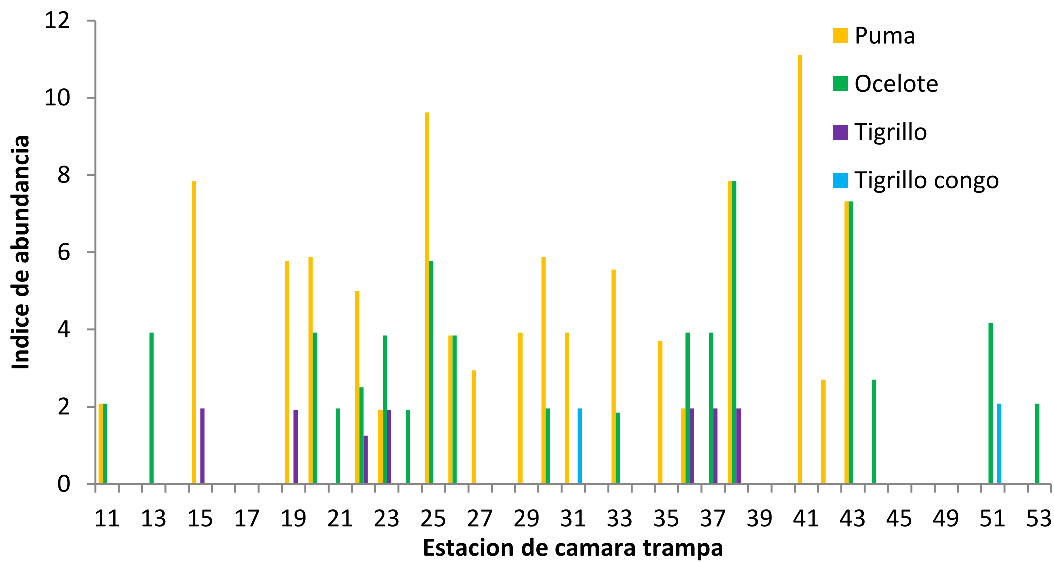


Figura 5H. Indice de abundancia de cuatro especies de felinos en la octava ronda de muestreo.

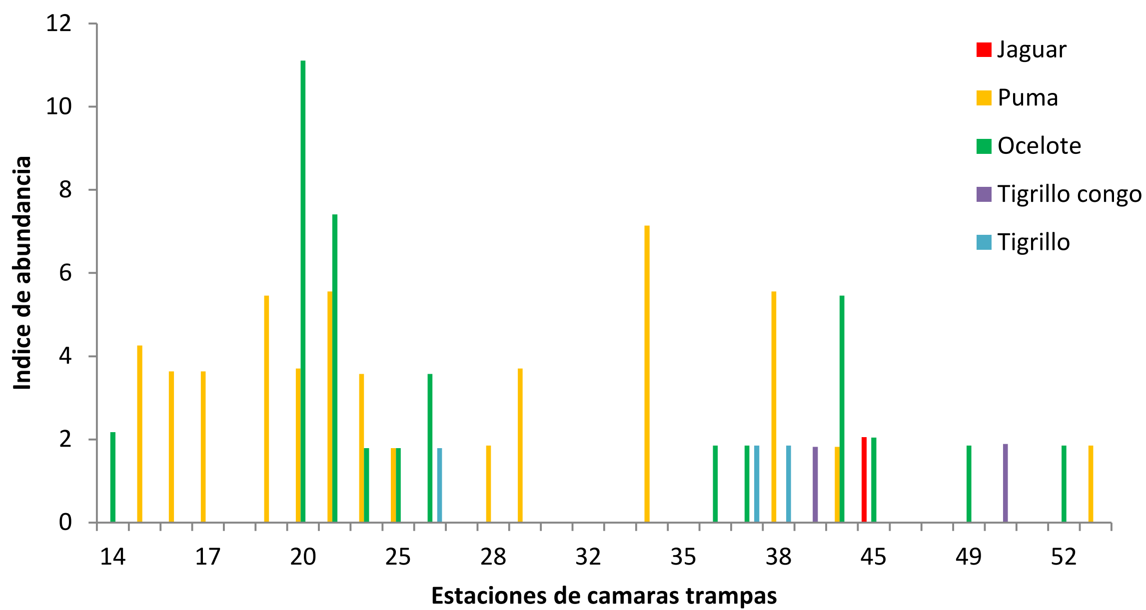
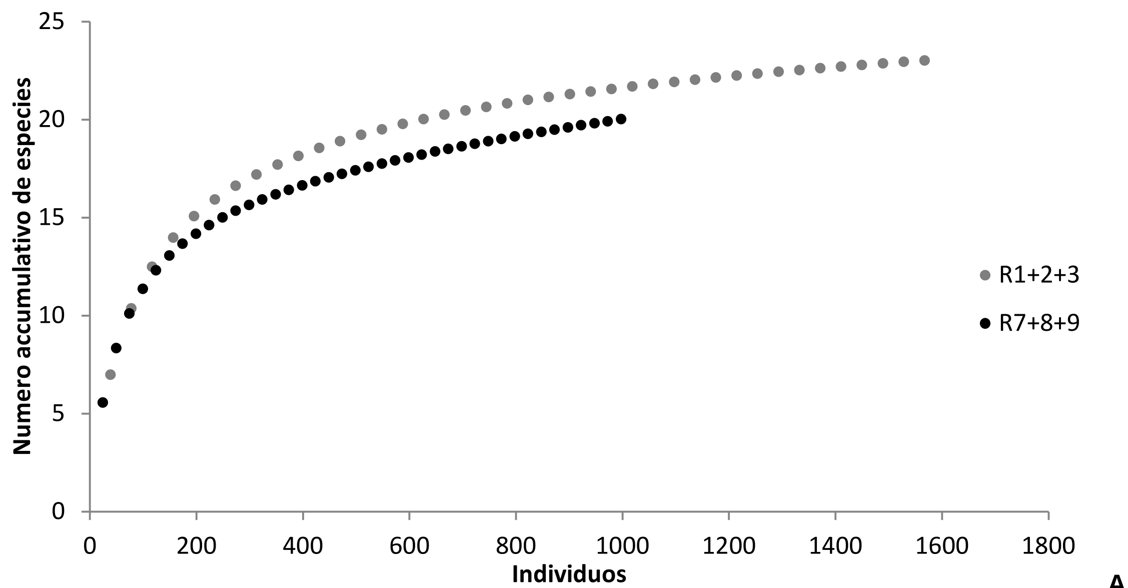


Figura 5 I. Indice de abundancia de cinco especies de felinos en la novena ronda de muestreo.

Riqueza de especies



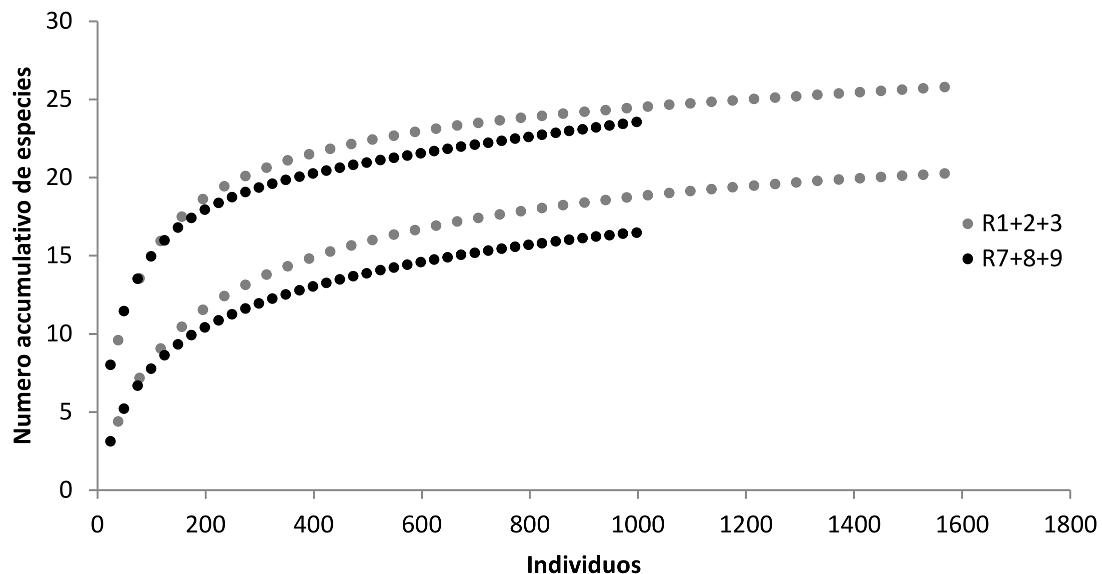


Figura 6A y 6B. Curva de rarefacción basada en la muestra de Donoso, en donde el eje X son los registros de observaciones. La curva se dibujó con una rarefacción muestreada incluyendo los datos de todas las estaciones (o cámaras) y de algunas rondas de muestreo que pueden ser comparadas (1, 2, 3 vs 7, 8 y 9) (Fig. 6A y B). La gráfica nos indica que todavía se puede encontrar un número mayor de especies en el bosque del Donoso, ya que todavía está creciendo la curva aunque menos marcada. En las Figuras se aprecia que no hay diferencias significativas estadísticamente, pero a simple vista se logra observar que en las tres primeras rondas se encontró un número mayor de especies.

Comparación con otros sitios

La comparación basada en la curva de acumulación de especies para Donoso con cada uno de los otros lugares en el mismo nivel nos revela que Donoso es igual de rico en especies que Darién y Chagres e inclusive más rico en especies que el Soberanía, Monumento Natural Isla de Barro Colorado, en términos de riqueza de especies (Fig. 7). Sin embargo, a pesar que el número final de especies detectadas en Donoso fue mayor, la curva no fue tan pronunciada como la de Chagres y Darién. La curva de Chagres, Monumento Natural de BCI y Soberanía se nivelaron, mientras que la de Darién y Donoso, muestran que todavía puede continuar aumentando la riqueza de especies si continúan los muestreos. La riqueza de especies de Donoso difiere significativamente de los otros sitios, pero con Darién solo ligeramente con una $p < 0.005$ y un intervalo de confianza que no solapa con ninguno de los sitios (Figura 8). Esto también se debe a que la muestra en Donoso es mayor que en los otros lugares mencionados donde usualmente el muestreo no superó los 55 días.

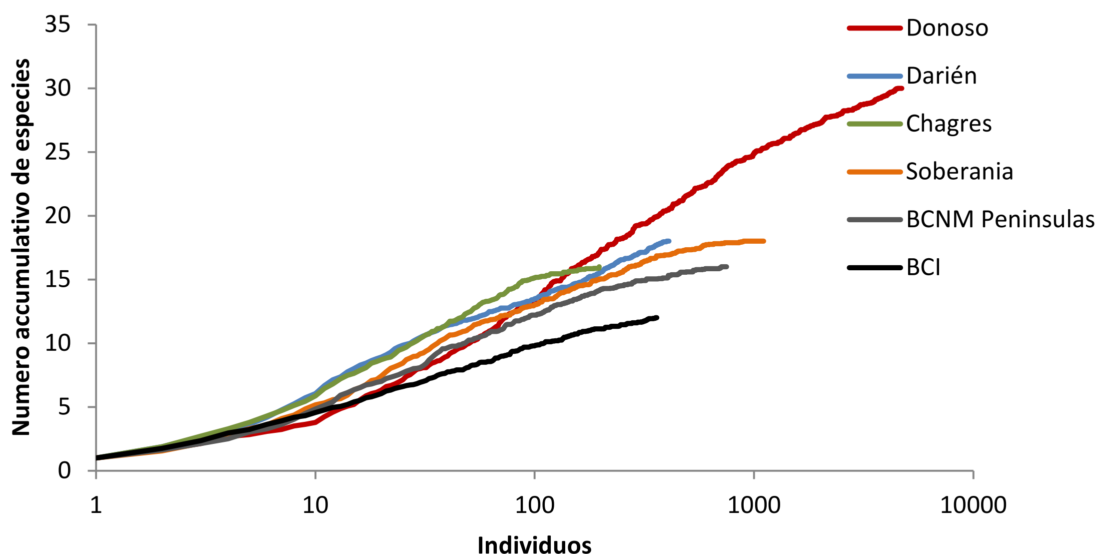


Figura 7. La curva de rarefacción basada en individuos entre sitios diferentes a lo largo de Panamá, representa la media de repeticiones re-muestreadas de un grupo de individuos en una escala logarítmica. Esto se puede ver solo en un estudio de monitoreo de largo plazo, vemos como se separa la línea de Donoso con respecto a las otras (después de ocho rondas de muestreo) (este comparación no se realizó para la ronda nueve ya que el muestreo del Donoso es significativamente mucho mayor que los otros lugares).

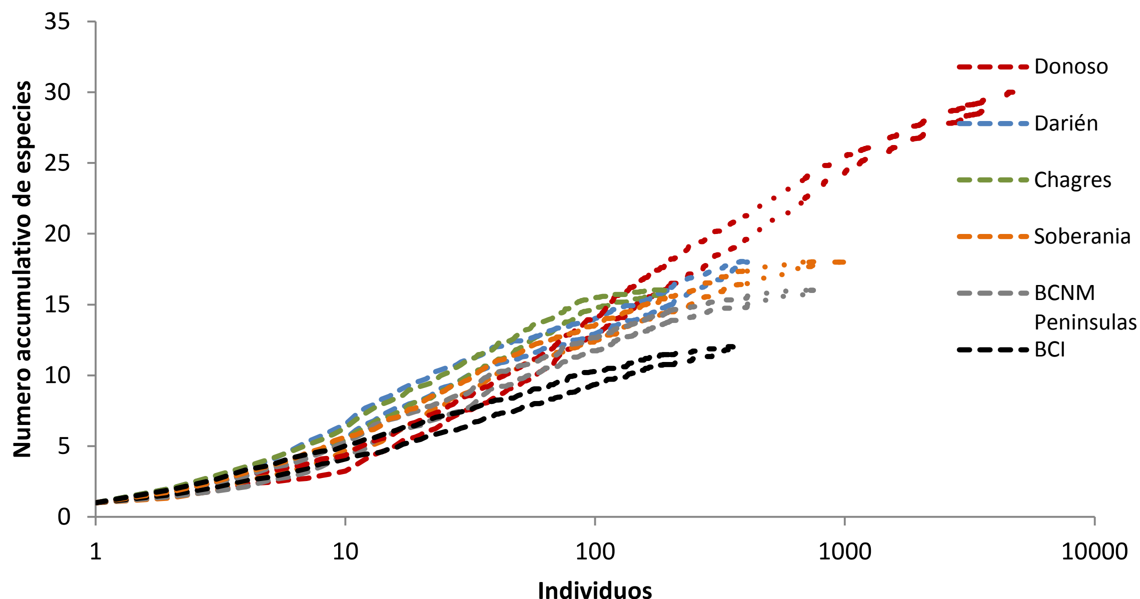


Figura 8. Intervalos por encima y por debajo de 95% del intervalos de confianza de la curva de rarefacción de individuos basados en la curva de rarefacción de Donoso no solapa con otros sitios excepto Darién. Esta riqueza de especies es estadísticamente diferente a todos los otros sitios con excepción de Darién, desde un punto de vista de especies (la línea no se estabiliza).

Igualdad de especies

La igualdad o homogeneidad de especies fue bajo en Donoso (Índice de Shannon = 0.52), similar a Monumento Natural BCI (0.64), con una dominancia de unas pocas especies comparadas con otras especies sugeridas (Figura 9). La abundancia relativa del ñeque fue cinco veces más alta que la segunda especie más abundante (el pavón, especie de ave, datos no presentes en este informe). Estas abundancias no fueron tan altas para Darién, Chagres y Soberanía, lo cual probablemente aumenta la igualdad u homogeneidad (0.85, 0.87 y 0.79 respectivamente para los tres sitios). Estadísticamente, ninguna de las abundancias relativas de las especies fue significativamente diferente uno del otro.

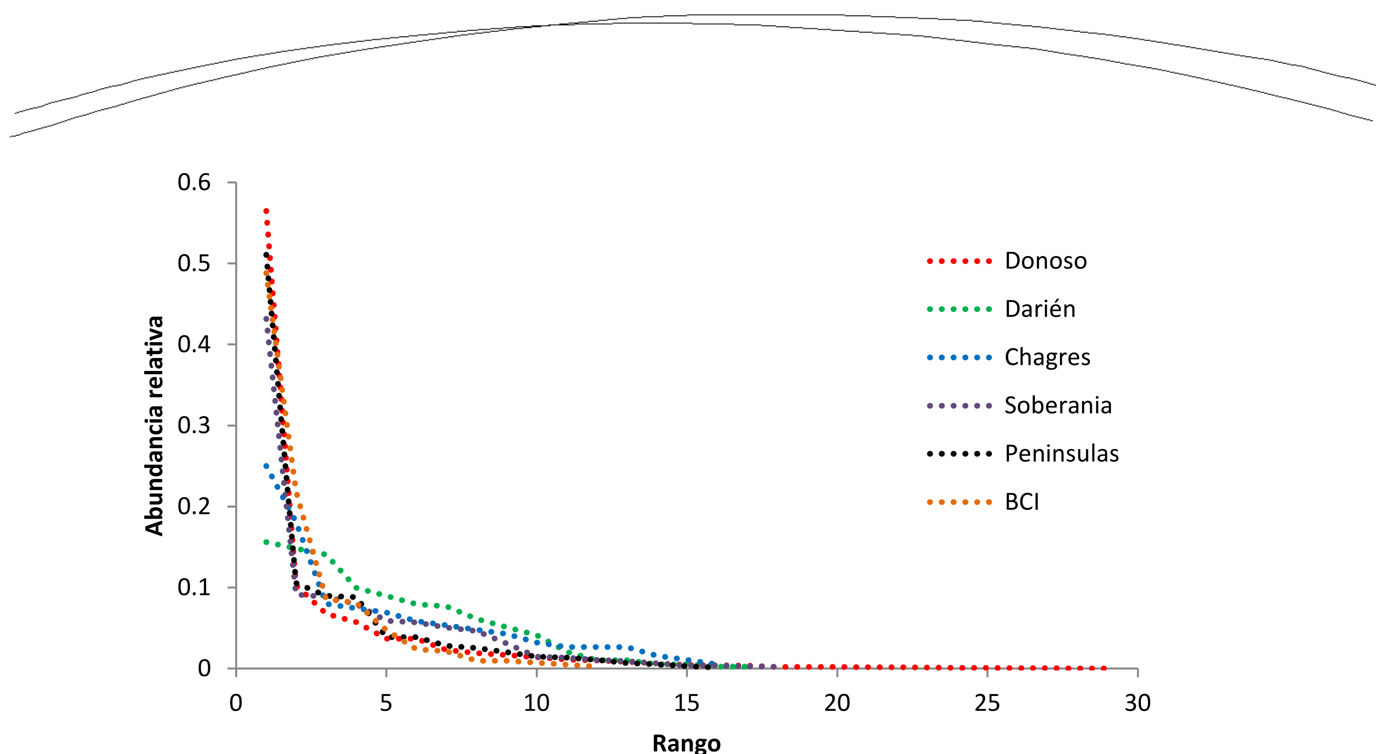
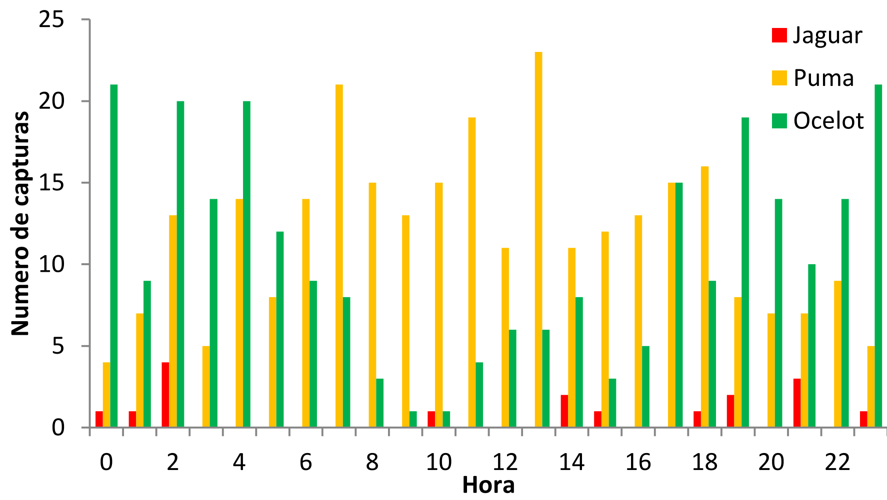


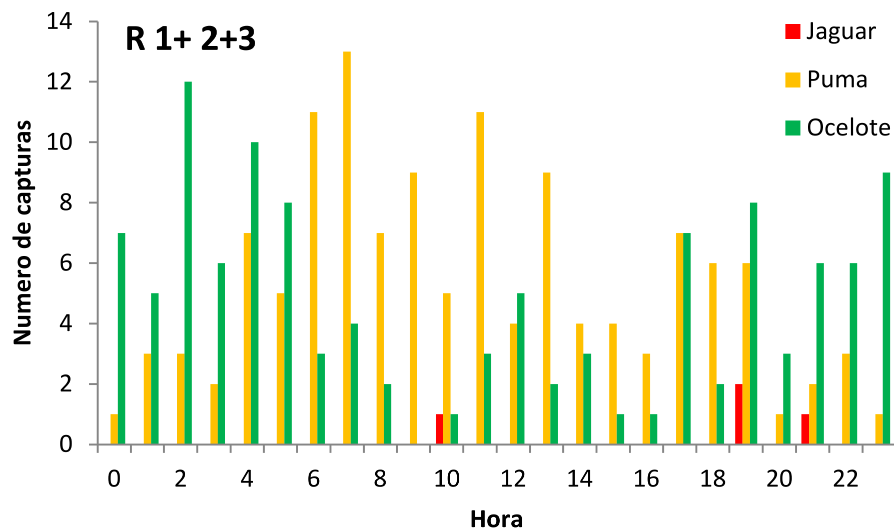
Figura 9. Grafica del rango de la abundancia por sitio. Para Donoso la curva cae dramáticamente después del rango 1, igual que en el Soberanía, BCI y las Penínsulas, esto se debe al número de capturas de ñeques en los sitios de estudio.

Actividad circadiana

La actividad circadiana es el ritmo o patrón de actividad que tienen las especies a lo largo de las 24 horas del día, lo que sería el reflejo de sus movimientos, ya sean diurnos o nocturnos (Figuras 10 A, B, C, D y E). En la figura 10 se observa que los pumas presentan una mayor actividad en las horas del día y el ocelote en las horas de la noche. Para el jaguar es difícil decir que comportamiento de actividad tiene y esto se debe a la falta de información con la que se cuenta hasta el momento para el área de estudio. En la figura 11, se observa que los saínos son de comportamiento de actividad diurna y el tapir con preferencias nocturnas. Los datos del oso caballo hasta el momento indican un comportamiento principalmente diurno. Mientras que en la figura 12, es fácil apreciar que los ñeques son diurnos y los conejos pintados son nocturnos.


Jaguar
Puma
Ocelot
Numero de capturas
Hora
25
20
15
10
5
0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22

A


R 1+ 2+3
Jaguar
Puma
Ocelote
Numero de capturas
Hora
14
12
10
8
6
4
2
0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22

B

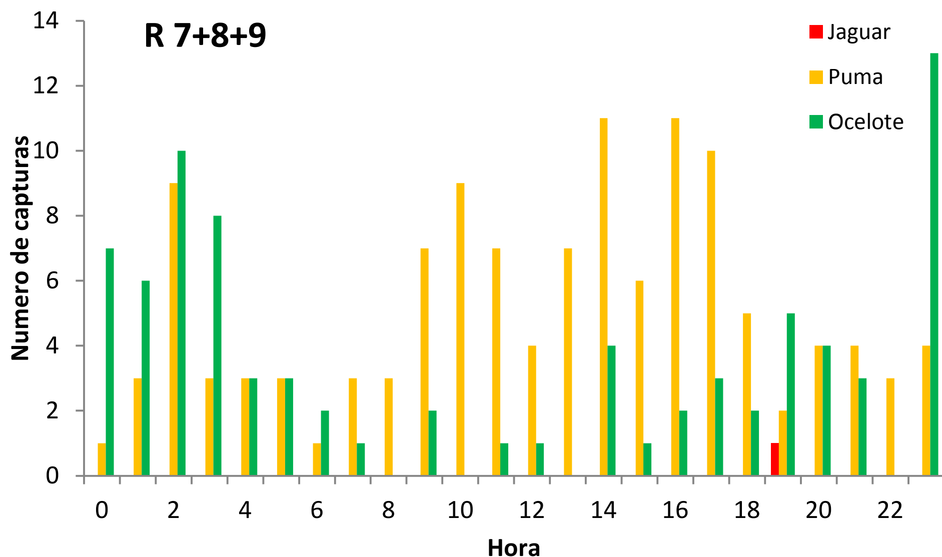
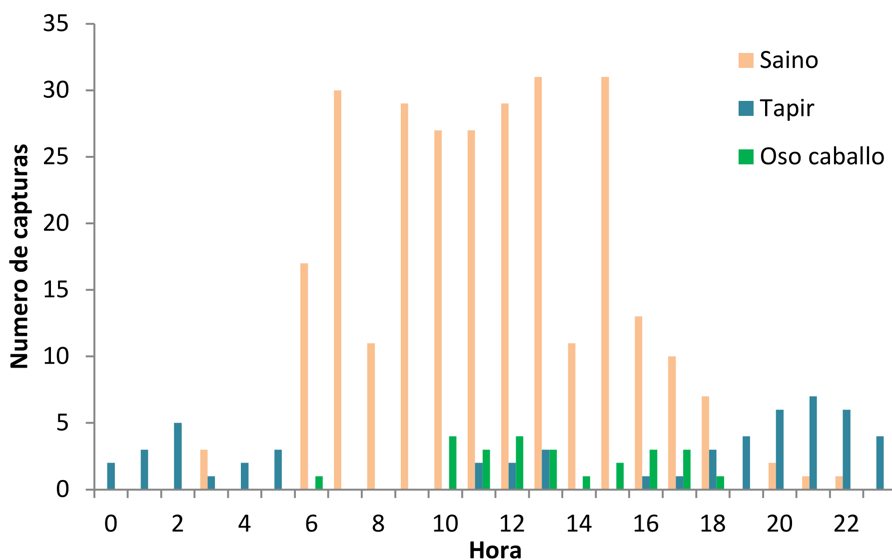
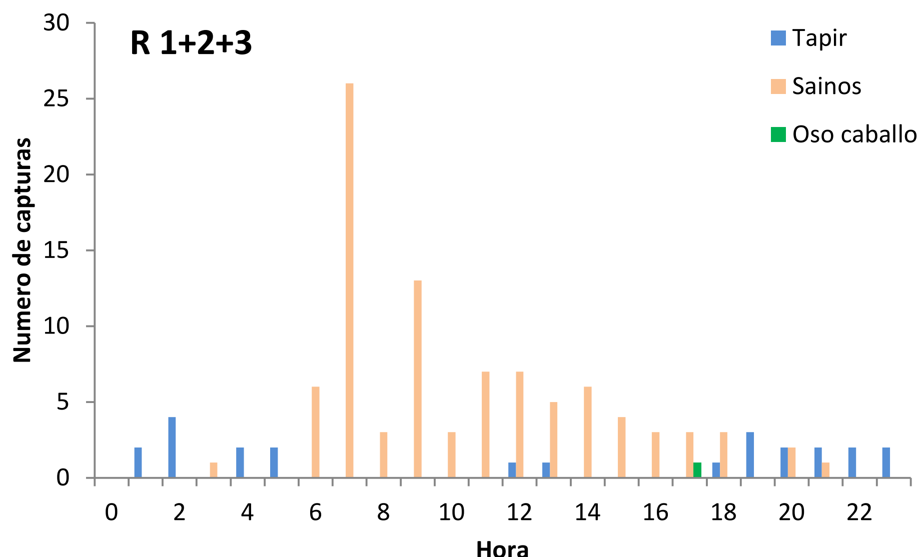


Figura 10A, B, C. Actividad circadiana del jaguar, el puma y el ocelote en Donoso. Se aprecia claramente después de seis rondas la tendencia de que los pumas son más diurnos que los ocelotes y los pocos datos que hay de jaguares indican que se están moviendo de día y de noche. Fig. B. es la ronda 1, 2 y 3., la Fig. C representan la ronda 7, 8 y 9. Se parecia que hay diferencias significativas en la actividad circadiana en los felinos, específicamente en los ocelotes con una actividad mayormente nocturna (Wilcoxon, N=24, p-value=0.022). And the oso caballo, Wilcoxon, N=24, p-value=0.014





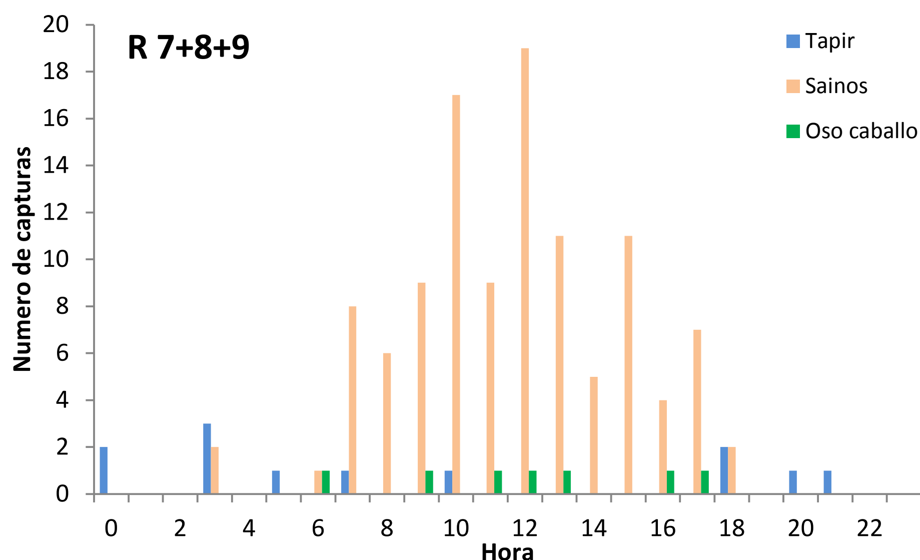


Figure 11A, B y C. Actividad circadiana del tapir, saínos y oso caballo (en algunas rondas no aparece el oso caballo) después de nueve rondas de muestreo. Los osos caballos son exclusivamente diurnos así como los saínos, mientras que los tapires son activos en las horas del día y la noche, pero estadísticamente hay diferencias en la actividad de estas especies (Wilcoxon, N=24, p-value=0.014). Además, se presenta una comparación en la actividad circadiana de las tres especies entre las rondas 1, 2, 3 vs 7, 8 y 9.

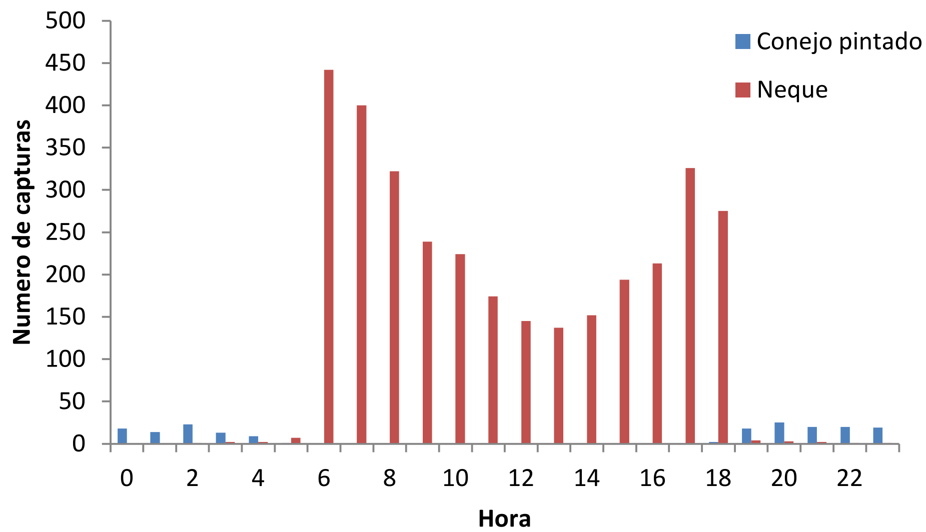


Figure 12. Actividad circadiana del ñeque y el conejo pintado en Donoso después de nueve rondas de muestreo. Estos dos roedores se desplazan en horas diferentes a lo largo del día. Ñeques diurnos y Conejos pintados nocturnos.

Biomasa

Logramos observar que la biomasa de los animales en los 6 diferentes sitios difieren significativamente en algunos y en otros no (Kruskal-Wallis, Chi^2= 454.6, df=5, p-value<0.001). La prueba de Sheffe Post-Hoc revela que Donoso es diferente a Darién y Chagres en términos de la biomasa de individuos, pero no difiere significativamente de los otros lugares (Figura 14).

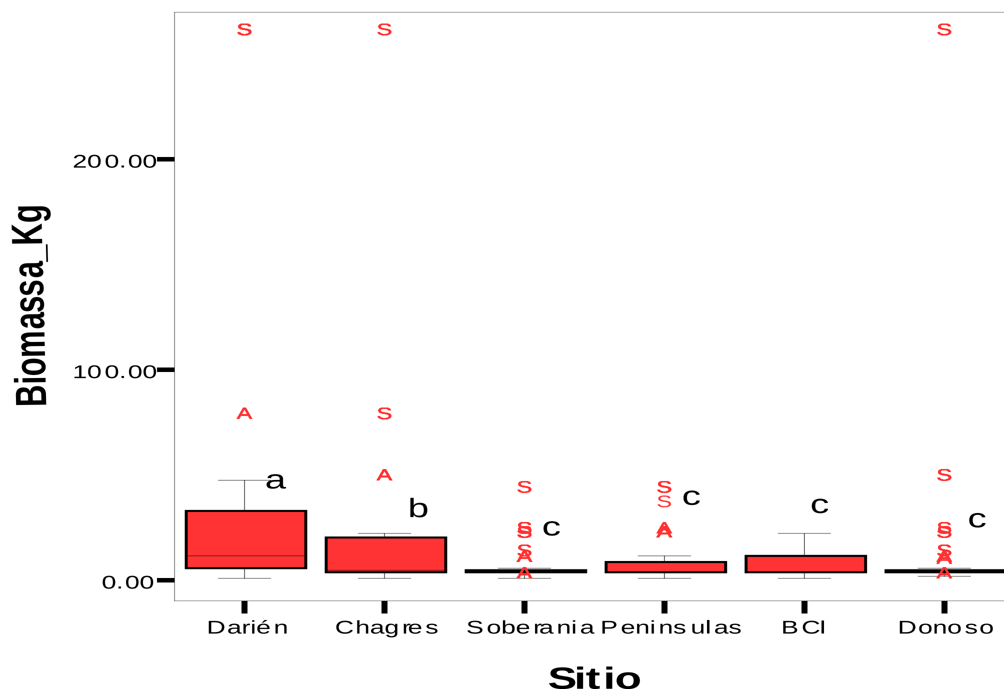


Figura 13. Las cajas representan la mediana de la biomasa en kg con el cuartil de todos los individuos registrados en los seis sitios (hay valores extremos y los valores desiguales están escondidos). A y b son diferentes, mientras que c son similares. Los asteriscos al extremo superior representan animales de gran masa corporal como los tapires y pumas.

DISCUSIÓN

Abundancia de mamíferos en Donoso

Nuestro objetivo fue conocer la abundancia relativa de la poblacional de mamíferos en el área de Donoso, que es también parte del Corredor Biológico Mesoamericano. Se utilizaron los datos del muestreo de cámaras trampa de los mamíferos vertebrados y se les comparó con otros cinco sitios del corredor para ver sus similitudes o des-similitudes, además se localizaron los mejores lugares para cruces de fauna.

Los ñeques en Donoso y en los otros sitios de estudio fueron la especie con un índice de abundancia mayor (Cuadro 1), esto se debe a lo prolifero que es esta especie de roedor (Moreno 2006, Moreno & Bustamante 2007, 2008, Bustamante 2008, Meyer 2011). Donoso presentó una abundancia relativa alta de ñeques (*Dasyprocta punctata)* en contraste con los resultados obtenidos en previos estudios para las regiones de Darién y Chagres (Moreno 2006, Moreno & Bustamante 2007). Ecológicamente al ser los ñeques prolíferos, los depredadores como ocelotes y pumas principalmente aprovechan el recurso disponible (abundancia relativa alta) y los utilizan como una de sus presas predilectas (Aliaga-Rossel et al 2006, Moreno 2006, Moreno et al 2006). En efecto, en los recorridos se han encontraron 19 excretas de puma, las cuales contenían restos de pelos de ñeques, perezoso de tres dedos, armadillos, hormiguero y de saíno (Moreno R. Obs. per.). Además, se localizó una excreta de jaguar, la cual contenía restos de pelos de perezoso de tres dedos (Méndez-Carvajal, P. y R. Moreno. Obs. pers.).

Especies de Interés de mamíferos para el Proyecto

Se logra apreciar con los datos generados hasta el momento que en el área de Donoso existe una diversidad de mamíferos impresionante en comparación con otros lugares en Mesoamérica. Especies que son raras o extintas en otros lugares, en Donoso parecen estar en un buen estado, como es el caso del oso caballo, el cual presentó una abundancia mayor que la del hormiguero pequeño, el cual es más común en casi todos los sitios (ver Cuadro 1). Los tapires, saínos y puercos de monte son considerados arquitectos del bosque, lo que indica junto con los felinos como jaguares y pumas que hasta el momento se está dando el balance que usualmente existe en los bosques no intervenidos (Altrichter et al 2012).

Biomasa

Se esperó similitud en la biomasa por kg de los mamíferos en relación a Darién por sus características ambientales, pero se observa que Donoso aparece como uno de los menores en cuanto a esta variable. La Figura 13 denota que la balanza se inclina gracias a la mayor cantidad de ñeques fotografiada en la zona (Figura 10), provocando una caída en la biomasa, aunque el área presenta mega fauna como los tapires, jaguares y pumas (Meyer 2011). Sin embargo, estos datos no cuentan con cálculos de biomasa para el grupo de Primates y Chiroptera, de alta abundancia en el bosque tropical, por lo cual su inclusión haría una diferencia significativa en dichos valores (Méndez-Carvajal, Obs. per.).

Los tapires, especies de masa corporal grande (Emmons 1997, Reid 1997& 2009), a pesar de su talla, no presentan ámbitos tan extensos como se espera y al mismo tiempo prefieren áreas de bosques secundarios, dado a una mayor diversidad de alimento, composición y estructura que un bosque primario (Foerster & Vaughan 2002).

Especies raras

Una de las rarezas del estudio fue el obtener evidencia del oso caballo (*Myrmecophaga tridactyla*), ya que se cuenta con poca información para esta especie a nivel Centro Americano. Es de suma importancia obtener más información de esta especie, ya que a nivel de Centroamérica es hasta el momento el mamífero más amenazado (Superina et al 2010). Se estima que en los últimos 10 años aproximadamente se ha perdido un 30% de su población, principalmente por causas como la pérdida del hábitat, muertes causadas por fuegos (incendios forestales) y animales atropellados (Superina et al 2010).

Se considera necesario generar nueva información del oso caballo por medio de proyectos de monitoreo de largo plazo, porque solo de esta manera podrá conocerse su ecología a lo largo del tiempo en los diferentes lugares donde habita. Por ejemplo; hay ausencia de datos sobre longevidad, tasas de sobrevivencia y tasas reproductivas de la especie (Superina et al 2010).

El perrito de monte (*Spheotos venaticus)* también se considera un avistamiento importante, ya que es un animal que carece de estudios en Panamá y cuenta con pocos registros fotográficos, aunque existe información anecdótica que lo reporta en algunos lugares a lo largo del corredor biológico del Atlántico en Panamá (Donoso 2010, R. Moreno y A. Guevara Obs. per.), con excepción de los bosques en la Provincia de Bocas del Toro y Chiriquí. También, es importante señalar que desde la tercera ronda se han obtenido fotos del felino más pequeño, la oncilla el cual es el felino menos foto capturado en los estudios de cámaras trampa en Panamá y Costa Rica (Moreno R. obs. pers.), esto se debe a que esta especie es semi-arbórea y utiliza muy poco los caminos como las especies de felino con mayor talla (Payan & Gonzales-Maya 2011).

Para la cuarta ronda se logra fotografiar una de las especies más perseguidas cinegéticamente en Panamá, resto de centro américa y el sur, el puerco de monte (*Tayassu pecari*). Esta especie de puerco silvestre es una de las principales presas del jaguar en todo el rango de distribución geográfico, en donde las dos especies se sobreponen, aunque no hayan co-evolucionado juntos (López-Gonzales & Miller 2002). Para la lista Roja de la UICN esta especie está cerca de estar amenazada, pero los datos a nivel nacional (solo Panamá) reflejan que esta especie debería estar en un nivel de Vulnerable, gracias a la cacería ilegal y el avance de las fronteras agrícolas, ganaderas y de modernización (construcción de carreteras, industrias entre otras actividades) hacen que esta especie se retire de las áreas donde usualmente habita, los cuales son bosques extensos (grandes áreas) con poca o ninguna perturbación (Fragoso 2004, Reyna-Hurtado et al 2008, Altrichter et al 2012).

Especies de felinos

La especie de felino con mayor abundancia a lo largo de las ocho rondas fue el puma (*Puma concolor)* y ocelote (*Leopardus pardalis).*Se sabe que los ocelotes tienen capacidad para adaptarse a diferentes tipos de hábitat y según el hábitat tienen la capacidad de desplazarse por áreas extensas de terreno en relación a su tamaño corporal (1- 35 km^2) (Sunquist & Sunquist 2002, Maffei et al 2005, Moreno & Bustamante 2009, Moreno et al 2012). Los pumas (*Puma concolor)*, mostraron una abundancia similar al ocelote, aunque con mayor índice en casi todas las rondas de muestreo (Cuadro 1a, 1b y 1c). Como se menciona con anterioridad, se observa que la abundancia en los pumas es mayor y en especial en algunas estaciones, esto se debe a la captura de muchas fotos de una hembra acompañada por varios machos, lo que hace pensar que estos individuos estaban en época de apareamiento (Bustamante &

Moreno 2010). En la tercera ronda se obtuvieron fotos de dos jaguares, un macho y una hembra, lo que sugiere una población de jaguares relativamente baja dado al espacio de tiempo en que los individuos han aparecido en las cámaras (5 meses después que se colocaron las estaciones). En la sexta ronda los mismos individuos re-aparecen (después de 5-6 meses), pero la hembra va acompañada de una cría (edad aproximada ±7- 9 meses). Este es un dato representativo ya que son pocos individuos y que al mismo tiempo estos pueden estar utilizando áreas de actividad grandes (Moreno 2006, Cavalcanti & Gese 2009).

Se sabe que los jaguares utilizan áreas extensas de terreno y al mismo tiempo estos tienen la capacidad de trasladarse a largas distancias en una noche (20-40 Km. lineales R. Núñez com. pers., Moreno 2006). Los resultados concuerdan con otros trabajos en donde los felinos grandes utilizaron áreas extensas de bosque, pasando muchas veces desapercibidos a los muestreos de cámaras, ejemplo: jaguar macho 159 km^2 y una hembra 121 km^2 en Cana, Darién, mientras que varios pumas machos en promedio se movieron entre 58 hasta 167 km^2 (Moreno 2006). Igual que los jaguares, los pumas ocupan grandes áreas (Elbroch & Wittmer 2012).

En las zonas aledañas a la huella del proyecto, las evidencias más recientes sobre jaguares fue la de un ejemplar matado por depredar tres terneros cerca de la costa y al margen del Río Caimito en febrero de 2012. También, hay reportes de depredación a algunos novillos, una vaca y un toro por parte de un jaguar cerca de Coclecito entre enero y el mes de Mayo de 2012 (Rodríguez, O. com. per.). Se conversó con personas de la comunidad de Coclesito y manifiestan que desde el 2004 hasta la fecha reportan siete jaguares sacrificados principalmente por depredar terneros, novillos y vacas. Usualmente se piensa que los felinos solo tienen sus actividades en las noches. Los datos generados por cámaras trampas y radio telemetría han revelado que en algunos casos esta hipótesis no se cumple (Moreno et al 2012). En la gran mayoría de los lugares estudiados en Panamá y otros sitios donde se han realizado trampeos con cámaras, se ha notado que los pumas tienen mayor actividad diurna que las otras especies de felinos (Bustamante 2008, Bustamante et al 2009, Monroy-Vilchis et al 2009 y este estudio).

Se reporta que para el mes de septiembre del 2012 fue matado un jaguar macho adulto y hasta el momento todo indica que con la evidencia actualizada parece que era un segundo macho en la zona de estudio que no fue captado por las cámaras trampas. Posiblemente algún individuo proveniente del área del Cope o el Parque Nacional Santa Fe (Moreno, R. obs. pers.). Además, entre los meses de Julio y noviembre un jaguar (comprobado por R. Moreno y P. Méndez-Carvajal) ha depredado siete animales (5 terneros y 2 vacas) cerca del pueblo de Coclesito en un lugar denominado Cucaracha y zonas aledañas. En Julio de 2013 fue sacrificado una hembra jaguar en el área de Cuteilla (muy cerca de Coclesito), la hembra jaguar según la dentadura parecía ser una hembra entre 5-7 años de edad y la mataron por depredar ganado (este es el noveno jaguar sacrificado para la zona) (Moreno,R. Obs. pers). Se espera que se logre comenzar con un programa de educación ambiental e investigación lo más pronto posible, para así de esta forma contrarrestar estos sacrificios y lograr educar y conciensar a la comunidad.

Otras especies de interés

Los saínos (*Pecari tajacu)* al igual que en otras localidades, son de hábitos diurnos y los tapires tienden a ser más nocturnos (Moreno 2006). En el tapir, se piensa que este tipo de comportamiento es una reacción defensiva a la presión que ejercen los seres humanos hacia ellos, ya sea por la cacería o algún

otro tipo de actividad (Foerster 1998). Especies como los ñeques presentan periodos marcados de actividad diurna muy común en esta especie (Aliaga-Rossel et al 2006). Otros roedores de mayor tamaño como el conejo pintado presenta un comportamiento totalmente contrario, su actividad es nocturna, reflejo de una separación ecológica entre ñeques y conejos pintados quienes utilizan el mismo nicho ecológico (Bustamante 2008).

Riqueza de especies de mamíferos en Donoso

El área de Donoso presentó una distribución variable de las especies registradas por las cámaras trampa a lo largo de la línea de la carretera, pudiéndose observar que el número total de especies reportadas no fue definido al ver varios picos en las capturas en las cámaras trampa, aunque en una zona aparecieron más de 50 fotos (Figura 2A). Este exceso de fotos se debe a la gran frecuencia de veces que los ñeques activaron el sensor de las cámaras por su actividad en la zona. Además, se observa que los datos por número de especies por cámaras fueron bastante similares. Se interpreta que las especies están distribuidas a lo largo de la línea de la carretera (Figura 2B). Sin embargo, se esperaba que en el área de la costa hubieran aparecido menos especies y menos tomas, pero no fue el caso. Estos datos dan la impresión que algunas de las especies se han adaptado a la presencia humana, entre estas jaguares, ocelotes, venados y saínos.

Los estudios en el Donoso al igual que los estudios de mamíferos realizados en la provincia de Darién, presentan un número acumulativo de especies que al final de la curva no logra estabilizarse. Podemos atribuir este patrón a que estas especies no están sometidas a grandes presiones antropogénicas (distancia del núcleo del bosque a los pueblos más cercanos), y es por esto que sigue en aumento la curva.

Se sabe que para Donoso y Darién podemos todavía encontrar un número mayor de especies, gracias a las particularidades de cada lugar y lo poco (o mucho ahora caso de Donoso) que se sabe de estas dos áreas. Darién con una gran influencia del bosque del Chocó y Donoso por todavía poseer áreas vírgenes que puedan servir de hábitat donador a zonas como Santa Fe y el Cope. Tal es el caso del perrito de monte (*Speothos venaticus)*, que también cuenta con registros en el área del Parque Nacional Santa Fé (Donoso 2010). Hay información sobre la oncilla (*Leopardus tigrinus)* para el Parque Internacional la Amistad y Darién, y del puerco de monte (*Pecari tajacu)* en zonas poco perturbadas y visitadas del Parque Nacional Santa Fé y áreas cercanas a Miguel de la Borda (R. Moreno com. per. con lugareños y además se sabe que existió de forma abundante en la zona por lo menos hace unos 20 años, C. Jaramillo com. per.). El mantener un monitoreo a largo plazo, ayudará a obtener la mayor cantidad de especies posibles y al mismo tiempo prestar atención a las oscilaciones poblacionales en el tiempo (Carrillo et al 2000, Olmos et al 2009, Bustamante et al 2011).

Comparaciones entre rondas de muestreo

Se realizaron comparaciones entre las primeras tres rondas de muestreo vs las últimas tres rondas, para observar si los movimientos de los animales eran similares. Se logra ver que los animales presentan variantes en sus movimientos desde un punto de vista estadístico también. Es claro que en las últimas tres rondas el número de captura y la cantidad de especies en las estaciones sea diferente gracias al

grado de alteración que existe en estas rondas de muestreo por medio de las avanzadas en los trabajos en la creación de la carretera que va hacia la costa.

CONCLUSIONES

- Se debe tener en cuenta que si se logran realizar y establecer las recomendaciones aquí planteadas, se tiene la certeza que el funcionamiento del corredor podrá ser probado a lo largo del tiempo, incluyendo principalmente las especies de interés de todos los grupos incluidos (anfibios, reptiles, mamíferos, entre otros).
- El muestreo con cámaras trampa debe ser complementado con otros sistemas de detección de animales, ya que el mismo no reportó especies de hábitat arbóreo tales como los monos aulladores, una de las especies que contribuye con mayor rapidez a la dispersión de semillas y polinización, acelerando procesos de continuidad y regeneración de los bosques.
- Aunque el área de Donoso es catalogada como de tierras bajas, presenta muchas ondulaciones. Dicha topografía hará posible que se construya la carretera tomando en consideración pasos de fauna adecuados para facilitar la movilidad de mamíferos en la zona impactada, lo cual es vital para que continúe el proceso de dispersión o movilidad de la fauna.
- Se concluye que el área de Donoso es un lugar con una biodiversidad alta, y sabemos que si se logra establecer un monitoreo de cámaras trampa a largo plazo, tomando en cuenta estudios ecológicos de animales como jaguares, tapires, algunas especies de monos, entre otros, esto permitirá que el Corredor Biológico Mesoamericano siga viable y que las especies que la zona alberga puedan ser estudiadas en un hábitat conservado y con viabilidad genética a largo plazo.

Recomendaciones para el diseño de las estructuras de pasos de mamíferos

- Es necesario crear pasos de fauna terrestres y además para especies arbóreas. Es de importancia que las especies atraviesen la apertura de bosque que va a ser creada por la carretera, y que abarcará 50 o más metros de ancho.
- Se debe incorporar puentes y túneles para pasaderos de mamíferos en zonas de importancia y con mayor frecuencia de mamíferos de diferentes especies, incluyendo como primordial las especies de interés para el corredor Biológico y el proyecto de Minera Panamá. Si logramos combinar la información ya obtenida en el campo y la experiencia adquirida en este proyecto y otros (a nivel tropical), podremos contar con mejores puntos (lugares) en donde estaríamos seguros que los animales van a utilizar.
- Para algunas especies arbóreas menos crípticas como los Primates y Murciélagos, se ha logrado obtener datos *ad-libutum*, sin embargo, sugerimos la participación de Pedro Méndez-Carvajal, especialista en mamíferos, en particular en grupos de Chirópteros y Primates. La participación de Pedro Méndez-Carvajal M.Sc. en nuestro equipo de trabajo permitirá evaluar de

una forma más adecuada, las especies de murciélagos y primates no humanos entre otros animales arbóreos presentes en el área de estudio. "Es de suma importancia para la futura regeneración de los bosques y el estudio de la ecología del hábitat muestreado, reconocer que especies de mamíferos arbóreos existen y como contribuyen a la diseminación, polinización y control de otras especies ya que influyen directamente con la diversidad y zonificación de especies de árboles, especies de insectos y especies de mamíferos presa de importancia para depredadores terrestres como jaguares y aéreos como el Águila Arpía" (Méndez-Carvajal Obs. per).

- Si se desea conocer si los animales continúan el flujo de un lado al otro de la carretera, será crucial marcar animales y monitorearlos, principalmente con cámaras trampa, radio telemetría convencional o de GPS y por medio de observaciones de rastros y huellas.
- Para contar con una mejor idea de cómo la carretera podría afectar o no el flujo de la fauna de un lado hacia el otro, se establecerá una línea de cámaras trampa a manera de control y esta se establecerá paralelo a la línea de cámaras trampa de la carretera. De esta manera se puede comparar en el tiempo si hay o no un efecto negativo de la misma.
- Se recomienda que para cuando la carretera esté lista para su funcionamiento, se establezcan límites de velocidad que sean realmente cumplidos. Utilizando los datos de actividad circadiana de las especies de interés del proyecto es posible ver que varias de las especies de interés se mueven en las horas del día (horas de posible mayor actividad en la futura carretera) como el oso caballo, los saínos, perritos de monte, jaguares y pumas, entre otras especies (Fig. 10, 11, 12). Es recomendable que para que no ocurran atropellos, los límites máximos de velocidad permitida sea de 40 km/hora, y además en los puntos escogidos como de mayor tránsito de animales y uso de las especies de interés se coloquen "policías muertos" efectivos y que hayan policías (Sierras) los cuales también estén presentes en lugares estratégicos donde puedan dar multas a las personas que sobrepasen los límites de velocidad establecidos.
- Para un mejor establecimiento de los futuros lugares de pasos de fauna se necesita obtener mayor información de las cámaras trampa y que el Biólogo encargado (R. Moreno) sea acompañado al campo por el especialistas antes mencionados (e incorporados al grupo de trabajo) (P. Méndez–Carvajal (pasos de fauna para el dosel).

LITERATURA CITADA

ANAM. 2000. Informe Borrador. Mapa de Vegetación de Panamá. Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño, Panamá. 51 pp. Anexos, mapa.

Aliaga-Rossel, A., R. Moreno, R. Kays & J. Giacalone. 2006. Ocelot (*Leopardus pardalis*) predation on Agoutis (*Dasyprocta punctata*). Biotropica 38 (5): 691-694.

Araúz., J. 2005. La distribución geográfica del zorrillo o gato cañero, *Conepatus semiestratus* (Carnivora: Mustelidae) en Panamá. Tecnociencia 7 (2): 87- 94.

Bustamante, A., R. Moreno, A. Artavia & C. Boldero. 2011 En busca de soluciones para la sobrevivencia del jaguar en la Península de Osa, Costa Rica. Mesoamericana 15 (2): .

Bustamante, A. & R. Moreno. 2010. Datos ecológicos de un puma hembra en el sureste de la Península de Osa, Costa Rica. Mesoamericana 14 (2): 68.

Bustamante, A. 2008. Densidad y uso de hábitat por los felinos en la parte sureste del área de amortiguamiento del Parque Nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica. Tesis de maestría. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 142 p.

Carrillo, E., Wong, G & Cuarón, A. D. 2000. Monitoring mammal's populations in Costa Rica protected areas under different hunting restrictions. Conserv. Biol. 14 (6): 1580-1591.

Cavalcanti, S. & E, Gese. 2009. Spatial ecology and social interaction of jaguars (*Panthera onca*) in the Southern Pantanal, Brasil. Journal of Mammalogy. 90 (4): 935- 945.

Coates, A. 2001. En la historia geológica, Panamá ha cambiado al mundo. P.18-25. En: Heckadon-Moreno, S. Panamá: Puente biológico. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Panamá.

CITES, 2007. Apéndices I, II y III. [Online] Retrieved on 25 July 2012 from: www.cites.org

Colwell R.K., Mao C.X. & J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology, 85 (10): 2717-2727.

Donoso, E. 2010. Ecología, comportamiento y conservación del ocelote *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae), en el Bosque Nuboso del Parque Nacional Santa Fe, Provincia de Veraguas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá. 153 p.

Eisenberg, J.F. & Thorington, R. 1973. A preliminary analysis of a Neotropical mammal fauna. Biotropica, 5(3): 150-161.

Elbroch, L.M. & H.U. Wittmer. 2012. Puma spatial ecology in open habitats with aggregate prey. Mammalian Biology 77: 377-384.

Emmons, L.H. 1997. Neotropical rainforest mammals, a field guide. second Edition. University of Chicago Press. Chicago and London. 307 pp.

Esser, H., Y. Liefting, R. Kays & P. Jansen. 2013. A record of Striped Hog-nosed Skunk *Coneptus semistratus* in Central Panama, between two known sub-ranges. Small Carnivore Conservation 47: 65-67.

Foerster, C. 1998. Ecología de la danta centroamericana (*Tapirus bairdii*) en un bosque lluvioso tropical de Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica.

Foerster, C. & C. Vaughan. 2002. Home range, habitat use, and activity of baird´s tapir in Costa Rica. Biotropica 34(3): 423-437.

Goldstein, I., V. Guerrero & R. Moreno. 2008. Are there Andean bears in Panama?. Ursus 19 (2).

Gotelli N.J. & R.K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species. Ecology Letters, 4: 379-391.

Harmsen, B., R. Foster & C. P. Doncaster. 2010. Heterogeneous capture rate in low density populations and consequences for capture-recapture analysis of camera trap data. The Society of Population Ecology. Publish Online Spring 2010.

Holdridge, L. R. 1947. Determination of World Plant Formations from SimpleClimatic Data. Science Vol 105 No. 2727: 367-368.

IGNTG (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia). 2007. Atlas nacional de la República de Panamá. Tercera edición. Panamá. 222p

Hoogesteijn, R. & A. Hoogesteijn. 2011. Estrategias anti-depredación para fincas ganaderas en Latinoamérica. Una Guía. Panthera. Graficas y editora Microart Ltd., Campo Grande, MS, Brasil, 56 pp. (Edición en español).

Jorgenson, J., & K. Redford. 1993. Humans and big cats as predator in the Neotropic. In: Mammals as predator. Dunstone, N. & M. L. Gorman. , Symp. Zool. Soc. Of London, 65: 367-390.

Karanth, U. & M. Sunquist. 1992. Population structure, density and biomass of large herbivores in the tropical forest of Nagarahole, India. Journal of Tropical Ecology 8: 21-35.

Kawanishi, K. & M. Sunquist. 2004. Conservation status of tigers in a primary rainforest of Peninsular Malaysia. Biological Conservation 120: 329-344.

Lopez Gonzales, C. & B. Miller. 2002. Do jaguars (*Panthera onca*) dependo on large prey? Western North American Naturalist 62 (2): 218-222.

Maffei, L., A. Noss, E. Cuellar & D. Rumiz. 2005. Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, y ranging behavior in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. Journal of Tropical Ecology 21: 1-6.

Méndez, E. 1993. Los roedores de Panamá. Impresora Pacífico S.A. 372 p.

Méndez-Carvajal, P.G. 2011. Population Size, Distribution and Conservation Status of Howler Monkeys (*Alouatta coibensis trabeata*) and Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi azuerensis*) on the Azuero Peninsula, Panama. Primate Conservation 26: 13-25.

Meyer, N. 2011. Assessment of the large-sized terrestrial vertebrate community along the Mesoamerican corridor in Panama. Master Thesis, Wageningen University, The Netherlands.

Monroy-Vilchis, O., C. Rodríguez-Soto, M. Zarco-Gonzales & V. Urios. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity pattern in Central Mexico. Animal Biology 59: 145- 157.

Moreno R. 2006. Parámetros poblaciones y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá. Master Thesis, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Moreno, R., R. Kays & R. Samudio, Jr. 2006. Competitive release in diet of ocelots (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. Journal of Mammalogy 87 (4): 808-816.

Moreno R. & A. Bustamante. 2007. Estatus del Jaguar *(Panthera onca),* Otros Felinos y sus Presas, Utilizando Cámaras Trampa en la Región del Alto Chagres, Panamá. Informe Final del Proyecto del Alto Chagres, Densidad de Jaguares.

Moreno R. & A. Bustamante-Ho. 2008. Uso de cámara trampas y observación de huellas de mamíferos y otras especies en el camino del oleoducto, parque Nacional Soberanía, Panamá. Evaluación del uso del Parque Nacional Soberanía por Felinos y otras especies. Fase de estudio piloto.

Moreno R. & A. Bustamante. 2009. Datos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) en cana, parque nacional Darién, Panamá; utilizando el método de cámaras trampa. Tecnociencia, 11 (1): 91-102.

Moreno, R., A. Bustamante & A. Artavia. 2011. Reporte especial de especies importantes en el Parque Nacional Darién, Panamá. Mesoamericana 15 (2): 134.

Moreno, R., R. Kays, J. Giacalone-Willis, E. Aliaga-Rossel, R. Mares & A. Bustamante. 2012. Ámbito hogareño y actividad circadiana del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la isla de Barro Colorado, Panamá. Mesoamericana 16 (3): 30- 39.

Moreno, R., A. Bustamante & P. Méndez. En prensa. Jaguares (*Panthera onca*) en Panamá: Estado actual y conservación. Libro del Jaguar en el siglo XXI: La perspectiva Continental.

Ochoa-Gaona, S. 2008.Una perspectiva de paisaje en el manejo del Corredor Biológico Mesoamericana. En: Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamerica. INBio. 1st edition. 620p.

Olmos, M., Y. Mendoza & R. Samudio. 2009. Estimación de la densidad del jaguar (*Panthera onca*) en la Cuenca del Río Gatún, Alto Chagres. Pp. 26- 44. En: Productos del Proyecto “Construyendo un Mecanismo para medir el éxito de la conservación en el alto Chagres- Periodo de Monitoreo 2006- 2008”. Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA) 116p

Otis, D., K. Burnham, G. White, D. Yerson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal population. Wildlife Monograph 62: 1-35.

Payán, E. & J.F. González-Maya. 2011. Distribución geográfica de la oncilla (*Leopardus tigrinus*) en Colombia e implicaciones para su conservación. Revista Latinoamericana de Conservación 2 (1): 51-59.

Polisar, J. 2002. Componentes de la base de presas de jaguar y puma en Piñero, Venezuela. Pág 151-182 *en* Medellín, R., C. Equihua, Ch. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson & A. B. Taber, compiladores. El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económico. Mexico, D. F.

Reid F. 2009. A Field Guide to the Mammals of Central and Southeast Mexico. Oxford University Press, Inc. Second edition. 348 pp.

Reid, F. 1997. A field guide to the mammals of Central and Southeast America. Oxford University Press, Inc. 334 pp.

Rexstad, E. y K. Burnham. 1991. User´s guide for interactive program Capture. Fort Collins, CO: Colorado Cooperative Fish y Wildlife Research Unit, Colorado State University.

Samudio, Jr., R. 2002. Mamíferos de Panamá. P. 415-451. En G. Ceballos & J. Simonetti (eds). Diversidad y Conservación de los mamíferos Neotropicales. CONABIO-UNAM. México, D.F.

Schaller, G. 2011. La política esta matando a los grandes felinos. Revista de la National Geographic Society en español. Edición de Diciembre de 2011. 50-53.

Smith F.A., Lyons S.K., Ernest S.K.M., Jones K.E., Kaufman D.M., Dayan T., Marquet P.A., Brown J.H & J.P.Haskell. 2003. Body Mass of Late Quaternary Mammals. Ecology, 84 (12): 3043.

Sunquist, M., & Sunquist, F. 2002. Wild cats of the World. The University of Chicago Press. 452 pp.

Superina, M., F. Miranda & A. Abba. 2010. Edentata: The news letter of the IUCN/SSC anteater, sloth and armadillo specialist group. 11 (2) 103- 105.

Terborgh, J., J. Estes, P. Paquet, K. Ralls, D. Boyd-Heger, B. Miller & R. Noss. 1999. The roll of top carnivore in regulating terrestrial ecosystem. Pages 39-64 in M. E. Soule and J. Terborgh, editors. Continental Conservation: scientific foundation of regional reserve network. Island, Washington, D. C., USA.

Tobler M.W., Carrillo-Percastegui S.E., Leite Pitman R., Mares R. & G. Powell. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large-and medium-sized terrestrial rainforest mammals. Animal Conservation. 11: 169-178.

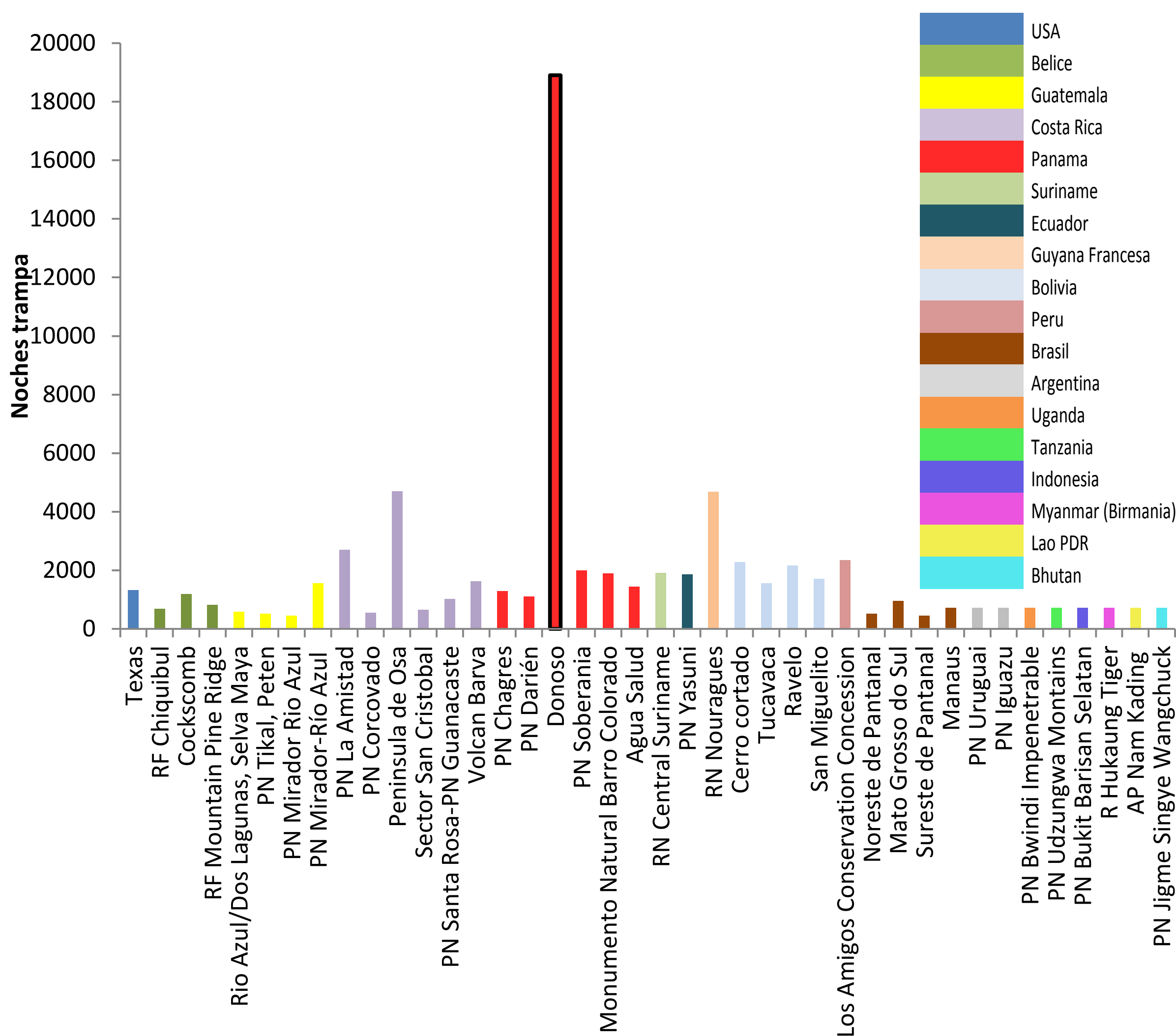
UNESCO, 1973. Clasificación internacional y cartografía de la vegetación. Pp. 68- 89. En: International Classification and mapping of vegetation. UNESCO serie 6. Ecology and Conservation. Paris. 93 p.

Webb, D. 2003. El gran intercambio americano de fauna. p. 127-136. En: Coates, A. (compilador). Paseo Panthera: Una historia de la naturaleza y cultura de Centroamérica. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Panamá.

Wright J.S., Zeballos H., Domínguez I., Gallardo M.M., Moreno M.C. & R. Ibáñez. 2000. Poachers Alter Mammal Abundance, Seed Dispersal and Seed Predation in a Neotropical Forest. Conservation Biology, 14 (1): 227-239.

Zeller, K. & A. Rabinowitz. 2011. Using geographic information system for range-wide species conservation planning. In: Geographic Information System. Editor: Christofer J. Dawsen. Chapter 4: 1-20.

Anexos



Anexo 1. Este grafico nos indica que este proyecto es el mayor en intensidad de muestreo en todo el mundo con un total de 18,906 noches trampa, lo que indica un record en estudios con cámaras trampa hasta la fecha.